

**Photomask and method for manufacturing the same**

Patent Number: ☐ [US2002052100](#)  
Publication date: 2002-05-02  
Inventor(s): HASEGAWA NORIO (JP); TANAKA TOSHIHIKO (JP)  
Applicant(s): HITACHI LTD (US)  
Requested Patent: ☐ [JP2002131883](#)  
Application Number: US20010927318 20010813  
Priority Number(s): JP20000328159 20001027  
IPC Classification: H01L21/3205; H01L21/4763  
EC Classification:  
Equivalents: TW511149, ☐ [US6617265](#)

---

**Abstract**

---

A resist mask having a satisfactory resolution effect may be obtained even in the case of use of exposure light having a wavelength of 200 nm or more. An opaque pattern 2a comprising an organic layer for transferring a pattern is constituted by a multi-layer formed by a photo-absorptive organic layer 3a having an light shielding effect or a light attenuating effect even relative to exposure light having a wavelength of 200 nm or more, and a resist layer 4a for chiefly patterning this

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-131883

(P2002-131883A)

(43) 公開日 平成14年5月9日(2002.5.9)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームコード\*(参考)

G 0 3 F 1/08

G 0 3 F 1/08

A 2 H 0 9 5

L 2 H 0 9 7

7/20

5 0 2

7/20

5 0 2

5 0 5

5 0 5

9/00

9/00

H

審査請求 未請求 請求項の数45 O L (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-328159(P2000-328159)

(22) 出願日 平成12年10月27日(2000.10.27)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 田中 稔彦

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 長谷川 昇雄

東京都青梅市新町六丁目16番地の3 株式

会社日立製作所デバイス開発センタ内

(74) 代理人 100080001

弁理士 筒井 大和

Fターム(参考) 2H095 BB03 BB08 BB14

2H097 CA13 CA17 LA10

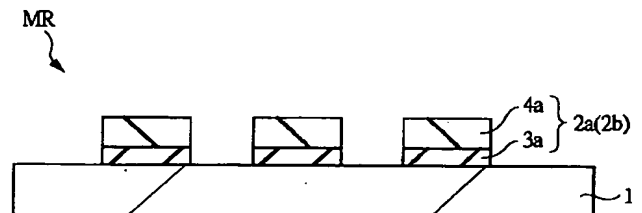
(54) 【発明の名称】 フォトマスクの製造方法およびフォトマスク

(57) 【要約】

【課題】 波長200nm以上の露光光を用いる場合でも十分な解像性を持つレジストマスクを得る。

【解決手段】 パターン転写用の有機膜からなる遮光パターン2aを、波長200nm以上の露光光に対しても遮光性または減光性を示す吸光性有機膜3aと、主としてこれをパターンニングするためのレジスト膜4aとの積層膜で構成した。

図 1



MR: レジストマスク

1: マスク基板

2a: 遮光パターン

2b: ハーフトーンパターン(減光パターン)

3a: 吸光性有機膜(第1有機膜)

4a: レジスト膜(第2有機膜)

**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 以下の工程を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法；

(a) マスク基板上に露光光に対して減光性を有する第 1 有機膜を堆積する工程、(b) 前記第 1 有機膜上に感光性を有する第 2 有機膜を堆積する工程、(c) 前記第 2 有機膜に所望のパターンを露光する工程、(d) 前記第 2 有機膜に対して現像処理を施すことにより第 2 有機膜をパターンニングする工程、(e) 前記第 2 有機膜のパターンをマスキング層として第 1 有機膜をパターンニングすることにより減光パターンを形成する工程。

**【請求項 2】** 以下の工程を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法；

(a) マスク基板上に露光光に対して遮光性を有する第 1 有機膜を堆積する工程、(b) 前記第 1 有機膜上に感光性を有する第 2 有機膜を堆積する工程、(c) 前記第 2 有機膜に所望のパターンを露光する工程、(d) 前記第 2 有機膜に対して現像処理を施すことにより第 2 有機膜をパターンニングする工程、(e) 前記第 2 有機膜のパターンをマスキング層として第 1 有機膜をパターンニングすることにより遮光パターンを形成する工程。

**【請求項 3】** 以下の工程を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法；

(a) マスク基板上に金属膜を堆積する工程、(b) 前記金属膜をパターンニングすることにより、前記マスク基板のパターン転写領域に金属膜の遮光パターンを形成する工程、(c) 前記マスク基板上に、前記金属膜の遮光パターンを覆うように、露光光に対して減光性を有する第 1 有機膜を堆積する工程、(d) 前記第 1 有機膜上に感光性を有する第 2 有機膜を堆積する工程、(e) 前記第 2 有機膜に所望のパターンを露光する工程、(f) 前記第 2 有機膜に対して現像処理を施すことにより第 2 有機膜をパターンニングする工程、(g) 前記第 2 有機膜のパターンをマスキング層として第 1 有機膜をパターンニングすることにより、前記マスク基板のパターン転写領域に有機膜の減光パターンを形成する工程。

**【請求項 4】** 以下の工程を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法；

(a) マスク基板上に金属膜を堆積する工程、(b) 前記金属膜をパターンニングすることにより、前記マスク基板のパターン転写領域に金属膜の遮光パターンを形成する工程、(c) 前記マスク基板上に、前記金属膜の遮光パターンを覆うように、露光光に対して遮光性を有する第 1 有機膜を堆積する工程、(d) 前記第 1 有機膜上に感光性を有する第 2 有機膜を堆積する工程、(e) 前記第 2 有機膜に所望のパターンを露光する工程、(f) 前記第 2 有機膜に対して現像処理を施すことにより第 2 有機膜をパターンニングする工程、(g) 前記第 2 有機膜のパターンをマスキング層として第 1 有機膜をパターンニングすることにより、前記マスク基板のパターン転写領域

に有機膜の遮光パターンを形成する工程。

**【請求項 5】** 請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記マスク基板のパターン転写領域の外周の周辺領域に金属膜の遮光パターンを形成し、その周辺領域の金属膜の遮光パターンの一部を開口してなる光透過パターンで形成されるマークパターンまたは前記マスク基板のパターン転写領域の外周の周辺領域に金属膜の遮光パターンをからなるマークパターンの少なくとも一方を形成し、そのマークパターンを参照して前記所望のパターンを第 2 有機膜に露光することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

**【請求項 6】** 請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記第 2 有機膜上に導電膜を堆積した後、前記所望のパターンを電子線を用いて露光することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

**【請求項 7】** 請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記第 1 有機膜は、導電性を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

**【請求項 8】** 請求項 7 記載のフォトマスクの製造方法において、前記第 1 有機膜は、ポリアニリンを含有することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

**【請求項 9】** 請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記所望のパターンをレーザ光を用いて露光することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

**【請求項 10】** 請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記第 1 有機膜は、200nm 以上の波長の露光光を吸収する性質を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

**【請求項 11】** 請求項 10 記載のフォトマスクの製造方法において、前記露光光が KrF エキシマレーザ光、超高圧水銀ランプの i 線または超高圧水銀ランプの g 線であることを特徴とするフォトマスクの製造方法。

**【請求項 12】** 請求項 1～11 のいずれか 1 項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記第 1 有機膜を塗布法によって形成することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

**【請求項 13】** 請求項 1～12 のいずれか 1 項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記第 2 有機膜の現像工程により前記第 1 有機膜をパターンニングすることを特徴とするフォトマスクの製造方法。

**【請求項 14】** 請求項 1～13 のいずれか 1 項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記第 1 有機膜を堆積した後、前記第 2 有機膜を堆積する前に、前記第 1 有機膜の表面に対して、前記第 1 有機膜の現像液に対する現像レートを低減させる処理を施すことを特徴とするフォトマスクの製造方法。

**【請求項 15】** 請求項 14 記載のフォトマスクの製造方法において、前記第 1 有機膜と前記第 2 有機膜との間

にバリア層を形成することにより前記現像レートを低減させることを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項 16】 請求項 1～12 のいずれか 1 項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記第 1 有機膜のパターニングに際して、ドライエッチング法を用いることを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項 17】 透明マスク基板ブランクス上に吸光性有機膜および感光性有機膜を順次積層する工程と、所望のパターンを前記感光性有機膜に露光する工程と、感光性有機膜を現像し感光性有機膜パターンを形成する工程と、感光性有機膜パターンをマスキング層として前記吸光性有機膜を加工する工程を有することを特徴としたフォトマスクの製造方法。

【請求項 18】 透明マスク基板ブランクス上に吸光性有機膜および感光性有機膜を順次積層する工程と、前記感光性有機膜上に導電膜を堆積する工程と、前記感光性有機膜に電子線を用いて所望のパターンを描画する工程と、前記描画工程後の感光性有機膜を現像し感光性有機膜パターンを形成する工程と、前記感光性有機膜パターンをマスキング層として前記吸光性有機膜を加工する工程を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項 19】 透明マスク基板ブランクス上にレチクルアライメントマークと描画用合わせマークが形成された金属パターンを形成する工程と、吸光性有機膜および感光性有機膜を順次積層する工程と、前記感光性有機膜上に導電膜を堆積する工程と、電子線を用いて前記描画用合わせマークの位置を参照して所望のパターンを前記感光性有機膜に描画する工程と、前記感光性有機膜を現像し感光性有機膜パターンを形成する工程と、前記感光性有機膜パターンをマスキング層として前記吸光性有機膜を加工する工程を有することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項 20】 請求項 17、18 または 19 記載のフォトマスクの製造方法において、前記吸光性有機膜が KrF エキシマレーザ光、超高圧水銀ランプの i 線または超高圧水銀ランプの g 線に対して光を吸収する性質を持つことを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項 21】 請求項 17～20 のいずれか 1 項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記吸光性有機膜の形成工程が塗布形成工程であることを特徴としたフォトマスクの製造方法。

【請求項 22】 請求項 17～21 のいずれか 1 項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記感光性有機膜の現像工程により前記吸光性有機膜の加工がなされることを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項 23】 請求項 17～22 のいずれか 1 項に記載のフォトマスクの製造方法において、前記吸光性有機膜を堆積した後、前記感光性有機膜を堆積する前に、前記吸光性有機膜の表面に対し前記感光性有機膜の現像液に対する現像レートを低減させる処理を施す工程を有す

ることを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項 24】 請求項 23 記載のフォトマスクの製造方法において、前記現像レートを低減させる手段として、前記吸光性有機膜と感光性有機膜との間にバリア層を形成することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項 25】 マスク基板上に形成された減光パターンが、露光光に対して減光性を有する第 1 有機膜と、マスクパターン形成用の露光光に対して感光性を有する第 2 有機膜との積層膜からなることを特徴とするフォトマスク。

【請求項 26】 請求項 25 記載のフォトマスクにおいて、前記マスク基板のパターン転写領域に、前記第 1、第 2 有機膜の積層膜からなる減光パターンと、金属膜からなる遮光パターンとを設けたことを特徴とするフォトマスク。

【請求項 27】 請求項 25 または 26 記載のフォトマスクにおいて、波長  $\lambda$  の露光光に対する前記第 2 有機膜の屈折率を  $n_1$ 、前記第 1 有機膜の屈折率を  $n_2$ 、前記第 2 有機膜の膜厚を  $d_1$ 、前記第 1 有機膜の膜厚を  $d_2$  とすると、 $((n_1 - 1)d_1 + (n_2 - 1)d_2) / \lambda$  が  $5/4$  以上、 $7/4$  以下、または  $9/4$  以上、 $11/4$  以下であることを特徴とするフォトマスク。

【請求項 28】 マスク基板上に形成された遮光パターンが、露光光に対して遮光性を有する第 1 有機膜と、マスクパターン露光用の露光光に対して感光性を有する第 2 有機膜との積層膜からなることを特徴とするフォトマスク。

【請求項 29】 請求項 28 記載のフォトマスクにおいて、前記マスク基板のパターン転写領域に、前記第 1、第 2 有機膜の積層膜からなる遮光パターンと、金属膜からなる遮光パターンとを設けたことを特徴とするフォトマスク。

【請求項 30】 請求項 28 または 29 記載のフォトマスクにおいて、前記第 1 有機膜の露光光に対する消衰係数が 0.20 以上であることを特徴とするフォトマスク。

【請求項 31】 マスク基板上に形成された減光パターンが、露光光に対して減光性を有する第 1 有機膜と、マスクパターン露光用の露光光に対して感光性を有する第 2 有機膜との積層膜からなり、前記第 2 有機膜のパターンの端部は、前記第 1 有機膜のパターンの端部よりも張り出ししていることを特徴とするフォトマスク。

【請求項 32】 請求項 31 記載のフォトマスクにおいて、前記第 2 有機膜の厚さ  $d$  は、波長  $\lambda$  の露光光に対する前記第 2 有機膜の屈折率を  $n$  とすると、 $\lambda / (4(n - 1))$  以上、 $3\lambda / (4(n - 1))$  以下であることを特徴とするフォトマスク。

【請求項 33】 請求項 32 記載のフォトマスクにおいて、前記第 2 有機膜の張り出し量が、露光装置の投影レンズの縮小率を  $1/M$  としたとき、 $0.05/M(\mu\text{m})$

以上、 $0.15/M(\mu\text{m})$ 以下であることを特徴とするフォトマスク。

【請求項34】 請求項25～33のいずれか1項に記載のフォトマスクにおいて、前記第1有機膜は、 $200\text{nm}$ 以上の波長の露光光を吸収する性質を有することを特徴とするフォトマスク。

【請求項35】 請求項34記載のフォトマスクにおいて、前記露光光がKrFエキシマレーザ光、超高圧水銀ランプのi線または超高圧水銀ランプのg線であることを特徴とするフォトマスク。

【請求項36】 請求項25～35のいずれか1項に記載のフォトマスクにおいて、前記マスク基板においてパターン転写領域外周の周辺領域に、金属膜からなる遮光パターンを設けたことを特徴とするフォトマスク。

【請求項37】 請求項36記載のフォトマスクにおいて、前記金属膜からなる遮光パターンの一部を開口してなる光透過パターンによりマークパターンを形成したことを特徴とするフォトマスク。

【請求項38】 請求項37記載のフォトマスクにおいて、前記マークパターンが、フォトマスクの置かれている位置を露光装置に示すレチクルアライメントマークであることを特徴とするフォトマスク。

【請求項39】 請求項25～38のいずれか1項に記載のフォトマスクにおいて、前記第1、第2有機膜を、前記マスク基板において他の装置に接触する部分に配置されないように設けたことを特徴とするフォトマスク。

【請求項40】 請求項25～39のいずれか1項に記載のフォトマスクにおいて、前記第1有機膜は、導電性を有することを特徴とするフォトマスク。

【請求項41】 請求項40記載のフォトマスクにおいて、前記第1有機膜は、ポリアニリンを含有することを特徴とするフォトマスク。

【請求項42】 透明基板と、露光光を減光する減光膜を備え、前記減光膜には所望のパターンが形成されている露光用のフォトマスクにおいて、前記減光膜は吸光性有機膜と感光性有機膜を順次積層したものからなり、前記吸光性有機膜の露光光に対する光吸収係数が前記感光性有機膜より高いことを特徴とするフォトマスク。

【請求項43】 透明基板と、露光光を減光する減光膜を備え、前記減光膜には所望のパターンが形成されている露光用のフォトマスクにおいて、前記減光膜は吸光性有機膜と感光性有機膜を順次積層したものからなり、波長 $\lambda$ の露光光に対する該レジスト膜の屈折率を $n$ とすると前記感光性有機膜の膜厚 $d$ が $\lambda/(4(n-1))$ 以上、 $3\lambda/(4(n-1))$ 以下であることを特徴とするフォトマスク。

【請求項44】 請求項43記載のフォトマスクにおいて、前記感光性有機物のパターンの幅よりも、前記吸光性有機物のパターン幅が小さく、前記所望のパターンのリム部に感光性有機物のパターンの端部が張り出してい

ることを特徴とするフォトマスク。

【請求項45】 請求項44記載のフォトマスクにおいて、前記感光性有機物の張り出し量が、露光装置の投影レンズの縮小率を $1/M$ としたとき $0.05/M(\mu\text{m})$ 以上、 $0.15/M(\mu\text{m})$ 以下であることを特徴とするフォトマスク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フォトマスクの製造方法およびフォトマスク技術に関し、例えば半導体ウエハ（以下、単にウエハと言う）等に所定のパターンを転写するフォトリソグラフィ（以下、単にリソグラフィという）に際して用いるフォトマスク（以下、単にマスクという）技術に適用して有効な技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体集積回路装置の製造においては、微細パターンをウエハ上に転写する方法として、リソグラフィ技術が用いられる。リソグラフィ技術においては、主に投影露光装置が用いられる。投影露光装置に装着したマスクのパターンをウエハ上に転写してデバイスパターンを形成する。

【0003】通常のマスクは、透明なマスク基板上に形成されたクロム（Cr）等のような遮光性を有する金属膜あるいはMoSi、ZrSiOまたはSiN等のような減光性または遮光性を有する無機膜を加工して作製される。すなわち、通常のマスクは、上記透明なマスク基板上に上記金属膜あるいは無機膜が所望の形状で形成されて構成されている。

【0004】この金属膜または無機膜は、通常スパッタリング法で形成される。その金属膜の加工は、例えば次の通りである。すなわち、まず、金属膜上にレジスト膜を塗布した後、そのレジスト膜に所望のパターンを描画する。続いて、現像により所望の形状のレジストパターンを形成した後、そのレジストパターンをマスキング層としてドライエッチングやウェットエッチングで金属膜を加工する。その後、レジストパターンを除去した後、洗浄等を行い、所望の形状の上記金属膜からなる遮光パターンを透明なマスク基板上に形成する。無機膜の場合も同様である。

【0005】しかし、この構成のマスクでは、製造工程数が多く、コストが高くなる問題がある。マスクの製造工程の簡略化および低コスト化を目的として、例えば特開平5-2189307号公報においては、遮光膜をレジスト膜で形成する、いわゆるレジストマスク法が開示されている。この方法は、通常の電子線感応レジスト膜や光感応レジスト膜が波長が $200\text{nm}$ 程度以下の真空紫外光を遮光する性質を利用したものである。この方法によれば遮光膜のエッチング工程やレジスト膜の除去工程が不要となり、マスクのコスト低減、工程の簡略化に

よるTATの短縮が可能である。近年は、半導体集積回路装置の開発競争が進みデバイスデバッグを加速する必要から複数枚のマスクが必要となり、マスクを低コストで作る必要性が高まっている。また、マスクを短期間(TAT: Turn Around Time)で作製する必要も高まっている。特に、少量多品種のシステムLSI (Large Scale Integrated circuit) の需要が高まっているため、この要求は強まっている。これらの観点からマスクの短期間で製造することやマスクのコストを下げるのが益々要求されている。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記レジストマスク技術においては、以下の課題があることを本発明者は見出した。

【0007】すなわち、上記レジストマスクにおける遮光用のレジスト膜は、波長200nm以上の光に対して十分な遮光性を得ることができないので、上記レジストマスクでは、波長200nm以上の露光光を用いる露光処理において、十分な解像性を得ることができないという問題がある。

【0008】本発明の目的は、波長200nm以上の露光光を用いる場合でも十分な解像性を持つレジストマスクを得ることのできる技術を提供することにある。

【0009】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

【0011】すなわち、本発明は、マスク基板上に、露光光に対して減光性を有する第1有機膜と、感光性を有する第2有機膜との積層膜からなる減光パターンを形成するものである。

【0012】また、本発明は、前記減光パターンの形成領域を透過した露光光の位相は、減光パターンの無い開口領域を透過した露光光の位相に対して反転するものである。

【0013】また、本発明は、マスク基板上に、露光光に対して遮光性を有する第1有機膜と、感光性を有する第2有機膜との積層膜からなる遮光パターンを形成するものである。

【0014】また、本発明は、マスク基板上に露光光に対して減光性を有する第1有機膜を堆積した後、その上に第2有機膜を堆積する工程と、前記第2有機膜に所望のパターンを露光する工程と、前記第2有機膜に対して現像処理を施すことにより、前記第2有機膜のパターンを形成する工程と、前記第2有機膜のパターンをマスキング層として第1有機膜をパターンニングすることにより、前記第1、第2有機膜の積層膜からなる減光パター

ンを形成する工程とを有するものである。

【0015】また、本発明は、マスク基板上に露光光に対して遮光性を有する第1有機膜を堆積した後、その上に第2有機膜を堆積する工程と、前記第2有機膜に所望のパターンを露光する工程と、前記第2有機膜に対して現像処理を施すことにより、前記第2有機膜のパターンを形成する工程と、前記第2有機膜のパターンをマスキング層として第1有機膜をパターンニングすることにより、前記第1、第2有機膜の積層膜からなる遮光パターンを形成する工程とを有するものである。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】本願発明を詳細に説明する前に、本願における用語の意味を説明すると次の通りである。

【0017】1. マスク（光学マスク）：マスク基板上に光を遮光するパターンや光の位相を変化させるパターンを形成したものである。実寸の数倍のパターンが形成されたレチクルも含む。マスクの第1主面とは、上記光を遮蔽するパターンや光の位相を変化させるパターンが形成されたパターン面であり、マスクの第2主面とは第1主面とは反対側の面（すなわち、裏面）のことを言う。

【0018】2. 通常のマスク、バイナリマスク：上記マスクの一種であって、マスク基板上に、金属膜からなる遮光パターンと、光透過パターンとでマスクパターンを形成した一般的なマスクのことを言う。

【0019】3. レジストマスク：上記マスクの一種であって、マスク基板上に、有機膜からなる遮光体（遮光膜、遮光パターン、遮光領域）を有するマスクを言う。

【0020】4. マスク（上記通常のマスクおよびレジストマスク）のパターン面を以下の領域に分類する。すなわち、転写されるべき集積回路パターン等が配置される領域を「パターン転写領域」といい、その外周の領域「周辺領域」と言う。

【0021】5. 「減光領域」、「減光膜」、「減光パターン」と言うときは、その領域に照射される露光光のうち、25%未満を透過させる光学特性を有することを示す。一般に15%未満のものが使われる。「遮光領域」、「遮光膜」、「遮光パターン」と言うときは、その領域に照射される露光光のうち、2%未満を透過させる光学特性を有することを示す。一般に1%以下のものが使われる。一方、「透明」、「透明膜」、「光透過パターン」と言うときは、その領域に照射される露光光のうち、60%以上を透過させる光学特性を有することを示す。一般に90%以上のものが使用される。

【0022】6. 露光光に対する有機膜の消費係数を $k$ 、露光光の波長を $\lambda$ 、吸光度を $\alpha$ とすると、 $k = (\lambda / 4\pi) \alpha \cdot \ln 10$ で表せる。また、有機膜の透過率を $T$ 、膜厚を $d$ とすると、 $T = \exp(-4\pi k d / \lambda)$ で表せる。有機膜が吸光性有機膜とレジスト膜との積層膜の場合、 $T = \exp(-4\pi k_1 d_1 / \lambda) \times \exp(-4\pi k_2 d_2 / \lambda)$ で表せる。

$x p (-4 \pi k 2 d 2 / \lambda)$  で表せる。K1 は吸光性有機膜の消衰係数、d1 は吸光性有機膜の厚さ、K2 はレジスト膜の消衰係数、d2 はレジスト膜の厚さである。

【0023】7. 転写パターン：マスクによってウエハ上に転写されたパターンであって、具体的にはフォトリソパターンおよびフォトリソパターンをマスクとして実際に形成されたウエハ上のパターンを言う。

【0024】8. フォトリソパターンは、感光性の有機膜をホトリソグラフィの手法により、パターンニングした膜パターンを言う。なお、このパターンには当該部分に関して全く開口のない単なるレジスト膜を含む。感光線源としては光のほか電子線、X線、荷電粒子線がある。感光性の有機膜としては有機物のみで構成されるものに加え、シリコン (Si) 等の無機物を含有しているものも含む。

【0025】9. 通常照明：非変形照明のことで、二次光源の光強度分布が比較的均一な照明を言う。

【0026】10. 変形照明：二次光源の中央部の照度を下げた照明であって、斜方照明、輪帯照明、4重極照明、5重極照明等の多重極照明またはそれと等価な瞳フィルタによる超解像技術を含む。

【0027】11. スキャンニング露光：細いスリット状の露光帯を、ウエハとマスクに対して、スリットの長手方向と直交する方向に（斜めに移動させてもよい）相対的に連続移動（走査）させることによって、マスク上の回路パターンをウエハ上の所望の部分に転写する露光方法。この露光方法を行う装置をスキナという。

【0028】12. ステップ・アンド・リピート露光：マスク上の回路パターンの投影像に対してウエハを繰り返しステップすることで、マスク上の回路パターンをウエハ上の所望の部分に転写する露光方法。この露光方法を行う装置をステップという。

【0029】以下の実施の形態においては便宜上その必要があるときは、複数のセクションまたは実施の形態に分割して説明するが、特に明示した場合を除き、それらはお互いに無関係なものではなく、一方は他方の一部または全部の変形例、詳細、補足説明等の関係にある。

【0030】また、以下の実施の形態において、要素の数等（個数、数値、量、範囲等を含む）に言及する場合、特に明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されるものではなく、特定の数以上でも以下でも良い。

【0031】さらに、以下の実施の形態において、その構成要素（要素ステップ等も含む）は、特に明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。

【0032】同様に、以下の実施の形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に明らかにそうでないと考えられ

る場合等を除き、実質的にその形状等に近似または類似するもの等を含むものとする。このことは、上記数値および範囲についても同様である。

【0033】また、本実施の形態を説明するための全図において同一機能を有するものは同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

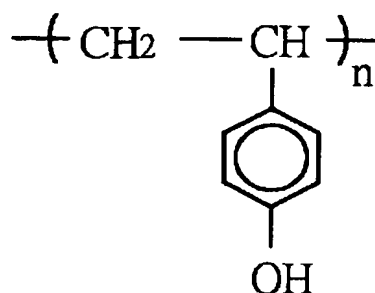
【0034】また、本実施の形態で用いる図面においては、平面図であっても図面を見易くするために遮光部（遮光膜、遮光パターン、遮光領域等）およびレジスト膜にハッチングを付す。

【0035】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0036】（実施の形態1）まず、本発明者らの検討によって初めて見出されたレジストマスクの問題について説明する。本発明者らが検討した代表的な電子線感応レジスト樹脂の化学式を示す。

【0037】

【化1】



また、この樹脂の分光吸収特性を図14に示す。この図14から分かるように波長193nmのArFエキシマレーザ光に対しては吸収係数20/μm以上の極めて強い光吸収を示すが、波長248nmのKrFエキシマレーザ光や波長365nmの超高圧水銀ランプのi線に対しては吸収係数1/μm以下であり、遮光性が充分得られない。現在、最先端の付加価値の高い露光には波長248nmのKrFエキシマレーザ露光装置が用いられ、また、比較的寸法精度の緩いラフ工程やコストの低い工程には波長365nmのi線あるいは波長436nmのg線が用いられているので、レジストマスクの適用範囲においてこの露光波長の制限は大きな問題である。

【0038】そこで、本実施の形態においては、例えばKrFエキシマレーザ光、i線またはg線等のような波長が200nm以上の露光光に対しても充分な遮光性を示す有機膜構造で遮光パターンを形成するものである。以下、その具体例を説明する。

【0039】図1は、本実施の形態のレジストマスクMRの基本的な断面構造を示している。マスク基板1は、例えば透明な合成石英基板からなり、その第1主面のパターン転写領域には、有機膜からなる遮光パターン2a（または実施の形態2で説明するハーフトーンパターン（減光パターン）2b）が形成されている。本実施の形

態においては、この遮光パターン2a（またはハーフトーンパターン2b）が、吸光性有機膜（第1有機膜）3aと、その上に積み重ねられたレジスト膜（第2有機膜）4aとで構成されている。特開平5-2189307号公報に開示されたマスクとの構造上の差は、遮光パターン2a（またはハーフトーンパターン2b）が、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層構造になっていることである。

【0040】次に、図1のレジストマスクMRの製造方法を図2を用いて説明する。図2（a）～（c）は、レジストマスクMRの製造工程中におけるパターン転写領域の要部断面である。なお、本実施の形態では、遮光パターン2aの形成について説明し、ハーフトーンパターン2bの形成については後述の実施の形態2で説明する。

【0041】まず、図2（a）に示すように、マスク基板1の第1主面上に吸光性有機膜3aを塗布し、ベークを行った後、その上に電子線感応型のレジスト膜4aを塗布形成した。ここでは、吸光性有機膜3aとして、例えばKrFエキシマレーザ光に強い吸収をもつポリイミド系の材料を用いた。この吸光性有機膜3aは、テトラメチルアンモニウムヒドロキシド（TMAH）水溶液に溶解性を持つ材料である。この吸光性有機膜3aには、KrFエキシマレーザ光に対する吸光剤を添加しておいた。この他、吸光剤をポリイミドに結合しておいても良い。結合しておくことにより、吸光剤が分解し難く、照射耐性が高いという特徴がある。KrFエキシマレーザ光に対する消衰係数（複素屈折率の虚部）は0.58である。この吸光性有機膜3aの役割は、露光光の減光あるいは遮光である。感光性有機膜（レジスト膜4a）のみでは十分な減光性が得られないため吸光性有機膜を用いる。したがって、吸光性有機膜3aの露光光に対する消衰係数は感光性有機膜のそれより高い必要がある。ベーク後の吸光性有機膜3aの膜厚は、例えば0.2μm程度とした。ベーク温度は、例えば180度とした。このベーク温度は、TMAHに対する溶解性を大きく左右するので精密に制御する必要がある。

【0042】電子線感応型のレジスト膜4aには、例えばフェノール樹脂をベースレジストとする酸触媒反応型化学増幅系ポジ型レジスト膜を用いた。KrFエキシマレーザに対するレジスト膜4aの消衰係数は、例えば0.03程度である。ベース樹脂としては、例えばノボラック樹脂やアクリル樹脂を用いることもできる。感度的には化学増幅系レジスト膜に劣るが、例えばナフトキノンジアドとノボラック樹脂によるレジスト、あるいは2-メチルペンテン-1-スルホンとノボラック樹脂からなるレジスト等の非化学増幅系レジスト膜を用いることもできる。これらの非化学増幅系レジストには、吸光性有機膜3aとの界面の形状異常が発生し難い、雰囲気安定性に富む、露光後現像までの時間依存性が小さいなどの

優れた特長がある。

【0043】続いて、これらの膜を塗布した後に異物検査装置にかけ、異物検査を行った。予め設定した基準以上の大きさの異物が、予め設定した基準以上の数で検出されたときはレジスト膜4aおよび吸光性有機膜3aを剥離し、洗浄を行ってマスクブランク（以下、単にブランクという）を再生し、再度初めに戻って吸光性有機膜3aとレジスト膜4aの塗布を行った。ここでは、特に限定されないが、例えば露光処理を行った際に転写されることが予想される0.2μm以上の大きさの異物および欠け欠陥が2個以上検出された場合に再生を行った。本実施の形態では、遮光パターン2aが、真空装置内でスパッタリング法等によって形成されるクロム等の金属膜で構成されるものではなく、塗布法で形成される有機膜であることから異物欠陥不良率を5%以下にすることができた。上記再生処理に際して、レジスト膜4aおよび吸光性有機膜3aの剥離には、TMAH濃度が、例えば5%以上の水溶液を用いた。TMAHを用いると廃液処理が容易である。その他の手段として、例えばアセトン、n-メチル-2-ピロリドンなどの有機溶媒、オゾン硫酸、アミン系レジスト剥離液または酸素（O<sub>2</sub>）プラズマ等での剥離も可能である。

【0044】次に、図2（b）に示すように、吸光性有機膜3a上に、導電性を有する導電膜5を塗布し、所望のパターンを電子線EBで描画した。導電膜5には水溶性の導電膜を用いた。この導電膜5により電子線描画時のチャージアップを防止でき、チャージアップによる描画位置ずれを防止することができた。マスク基板1が絶縁性の石英ガラスであり、また、遮光パターン2aを形成する材料も絶縁材料であるため、このチャージアップ防止は大変効果的であった。チャージアップを防止するのに必要な導電率を調べたところ、例えば50MΩ/cm<sup>2</sup>以下の抵抗に抑えれば良いことが分かった。その後、電子線感応型のレジスト膜4aをベークし、TMAH現像液を用いて現像して図2（c）に示すようにレジスト膜4aのパターンを形成した。この現像の際、同時に、吸光性有機膜3aもパターンニング加工される。吸光性有機膜3aの加工は一種のウェットエッチングであるが、平坦面でのエッチングとなるためオーバーエッチング量も20%と少なくできた。このため30nm以下のサイドエッチング量に抑えることができ、面内均一性にも優れていた。すなわち、吸光性有機膜3aの両側面にサイドエッチングが多少生じるが、露光処理によるパターン転写には特に問題ない。ただし、例えば微細なパターンを転写する場合等においては、上記吸光性有機膜3aのサイドエッチングが原因で転写パターンの寸法が変動する場合もあり得るので、その場合には、そのサイドエッチングによる吸光性有機膜3aの後退（サイドエッチング）量を見越して、レジスト膜4aの平面寸法を要求寸法よりも予め大きめに設定しておいても良い。



【0045】次に、このレジストマスクMRの全体的な構成の一例を図3に示す。図3の(a)はレジストマスクMR1の全体平面図を示し、(b)はレジストマスクMR1を露光装置に載置した際の図3(a)のX-X線の断面図を示している。

【0046】このレジストマスクMR1は、実寸に対して1~10倍程度の寸法の集積回路パターンを、縮小投影光学系等を通して、例えばシリコン単結晶等を主体とするウエハ等に転写するためのレチクルを例示している。マスク基板1は、例えば平面四角形状に形成されており、その第1主面中央における平面四角形状のパターン転写領域PAに遮光パターン2a1が複数配置されている。この遮光パターン2a1は、上記遮光パターン2aの一種類を例示するパターンであり、遮光パターン2aと同じく吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜で形成されている。この遮光パターン2a1は、集積回路パターンを転写するためのパターンである。

【0047】このパターン転写領域PAの外周は帯状の遮光パターン2a2によって取り囲まれている。この帯状の遮光パターン2a2は、上記遮光パターン2aの他の種類を例示するものではなく、その構造が遮光パターン2aと同じく吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜で形成されている。しかし、遮光パターン2a2は、集積回路パターンを転写するものではなく、ウエハ上のスクライブ領域やダイシング領域等のような切断領域に相当する領域に形成されている。この帯状の遮光パターン2a2には、複数の光透過パターン6aが配置されている。この光透過パターン6aは、層間で合わせを行うとき使用するウエハ合わせマークであり、遮光パターン2a2の一部が除去されることで形成されている。また、帯状の遮光パターン2a2の外周には、複数の遮光パターン2a3が形成されている。この遮光パターン2a3は、上記遮光パターン2aのさらに他の種類を例示するものであり、その構造も上記遮光パターン2aと同じく吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜で形成されている。この遮光パターン2a3は、マスクの正確な位置を把握するためのレチクルアライメントマークである。さらに、マスク基板1の第1主面にはペリクル7が装着されている。ペリクル7は、異物等からレジストマスクMR1を保護し、また異物がウエハ等に容易に転写されないようにするためペリクル膜7aを有する部材であり、そのフレーム部7bがマスク基板1に直接接した状態で装着されている。

【0048】このようなレジストマスクMR1は、マスク基板1の第1主面を露光装置のレチクルステージ8aに向けた状態で載置され、例えば真空吸引によって保持される。符号8bは、真空吸引管を示している。ここで重要なことは、レジストマスクMR1において、ペリクル7のフレーム部7b、レチクルステージ8aおよびレチクル搬送系等のような部材がレジストマスクMR1に

接触する部分に吸光性有機膜3aおよびレジスト膜4aを設けておかないことである。これは、上記部材が接する部分に吸光性有機膜3aやレジスト膜4a等の有機物が存在すると、それらの有機物は金属に比べて脆いため上記部材の接触により剥離し異物発生の原因となるからである。すなわち、上記部材が接する部分にそれらの有機膜を設けないことにより、その異物の発生を防止できるので、その異物に起因する転写欠陥を防止できる。したがって、信頼性の高いマスクを提供できる。

【0049】ところで、露光処理に際し露光光は、図3(b)の上側からマスク基板1の第2主面に照射され、マスク基板1およびその第1主面の下方に設置された露光装置の投影レンズを介してウエハ等に照射される。したがって、露光光は、吸光性有機膜3a側からレジスト膜4a側に抜ける方向で照射される。吸光性有機膜3aは光の照射によって破壊され易いが、本実施の形態では、吸光性有機膜3a上にレジスト膜4aが被着されており、耐光性に影響のある酸素等の反応ガスの出入りが制限される。すなわち、レジスト膜4aが吸光性有機膜3aの一種の保護膜になっている。このため、吸光性有機膜3aの露光照射耐性を向上させることが可能となっている。

【0050】本方法により形成したレジストマスクMR1の遮光パターン2a1~2a3(吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜)のKrFエキシマレーザー光に対する透過率は、例えば0.2%であり、十分な遮光体となった。また、この遮光パターン2a1~2a3は、TMAH濃度が5%以上の水溶液、アセトン、n-メチル-2-ピロリドン等の有機溶媒、オゾン硫酸、アミン系レジスト剥離液、O<sub>2</sub>プラズマ等で剥離が可能で、剥離後に洗浄を行えば、マスク基板1をブランクとして再利用することもできた。再利用できることがこのレジストマスクの特長の一つで、コスト面でも省資源化の面でも効果大きい。

【0051】本実施の形態では、遮光パターン2a1~2a3のレジスト膜4aとしてポジレジストを用いたが、ネガレジストを用いることもできる。ネガレジストを用いると、レジストマスクMR1の製造工程の簡略化が可能となる。これは、ポジレジストを用いる場合、遮光パターン2a1~2a3のパターニングに際してマスク基板1の第1主面の周辺領域におけるレジスト膜4aを除去するためにサイドエッジリンス工程や周辺露光工程が必要となるが、ネガレジストを用いると、それらの工程を省くことができるからである。また、架橋系のネガレジストには、露光光に対する照射耐性も強いという優れた特長もある。

【0052】このレジストマスクMR1を、例えばレンズの開口数(NA)が0.6の縮小率が1/5のKrFエキシマステップに装着し、レジストマスクMR1上に形成された所望のパターンをウエハ上に塗布されたポジ

型のレジスト膜に転写した。通常照明を用いて露光を行った。その結果、転写欠陥の発生もなく、例えば0.16  $\mu\text{m}$ の微細配線パターンを転写することができた。吸光性有機膜3aの消衰係数は0.58なので、吸光性有機膜3aが露光光に対する遮光機能を主に担っている。消衰係数が大きいと光学の原理からその表面での光反射が大きくなる。反射光があるとそれは露光装置内の迷光となり、解像度劣化の原因となるが、本構造の場合、消衰係数の大きな吸光性有機膜3aの上面にそれより消衰係数の小さなレジスト膜4aが形成されているため有害な反射光を減らせるという優れた効果を得ることができ

る。

【0053】このような本実施の形態によれば、以下の効果を得ることが可能となる。

- (1). 露光処理に際してKrFエキシマレーザ光等のように波長が200nm以上の露光光を用いる場合でも、充分な解像性を持つレジストマスクMR1を得ることが可能となる。
- (2). 遮光パターンを金属膜で形成する場合に必要なエッチング処理、そのエッチング処理の際にマスクとして用いたレジスト膜の除去処理およびそれに伴う洗浄処理を削減できるので、マスクの製造工程を低減することが可能となる。
- (3). 上記(2)により、マスクの作製のTATを大幅に短くすることが可能となる。
- (4). 遮光パターン2a1~2a3を塗布工程で形成することにより、遮光パターンを金属膜で形成する場合のような真空装置内でのスパッタリング法等による金属膜の被着工程を無くせるので、欠陥発生率を低減でき、マスクの歩留まりを向上させることが可能となる。
- (5). 遮光パターン2a1~2a3を有機膜で形成したことにより、マスク基板1上に形成されているものが有機膜だけなのでアッシングや溶剤処理によって完全にプラanksの状態に再生処理することができる。すなわち、レジストマスクMR1の使用後は、マスクの再生を容易にできるので、資源の有効利用が可能となる。
- (6). 上記(2)、(4)または(5)により、マスクのコストを大幅に低減することが可能となる。

【0054】(実施の形態2) 前記実施の形態1においては、前記吸光性有機膜の膜厚が0.2  $\mu\text{m}$ 程度であり、マスクのパターン転写領域に遮光部および透光部のみが配置された、いわゆるバイナリマスクに本発明を適用した場合について説明したが、本実施の形態においては、マスクのパターン転写領域に半透明部を有する、いわゆるハーフトーン型位相シフトマスクに本発明を適用した場合について説明する。

【0055】ハーフトーン型位相シフトマスクは露光光に対して半透明な膜(以下、ハーフトーン膜と呼ぶ)をマスク基板(プラanks)上に形成したマスクである。ハーフトーン膜の露光光に対する透過率は、通常、例え

ば1%~25%内に調整されている。また、ハーフトーン膜の膜厚は、この膜の形成領域を透過した露光光が、その膜の無い開口部の領域を透過した露光光に対して位相差が生じるように調整されている。最も高い解像性能を引き出す位相差は $\pi$ (180度)であることが知られている。この技術を用いると、ハーフトーン膜とその膜の無い開口部との境界で露光光の位相が反転するためコントラストを向上させることができ、一般に解像度が5~20%程度向上することが知られている。以下、本実施の形態のレジストマスクを具体的に説明する。なお、ここでのレジストマスクの説明に際しては、前記実施の形態1で用いた図をそのまま使用する。

【0056】本実施の形態においては、前記図1~図3に示すように、ハーフトーンパターン2b(2b1~2b3)が、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜で構成されている。ここでは、吸光性有機膜3aの膜厚を、例えば75nm程度、レジスト膜4aの膜厚を、例えば460nm程度とした。露光光であるKrFエキシマレーザ光に対する吸光性有機膜3aの消衰係数は、例えば0.58、レジスト膜4aのそれは、例えば0.03であるため、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとからなるハーフトーンパターン2b(2b1~2b3)の透過率は、例えばほぼ5.5%となる。KrFエキシマレーザ光に対する吸光性有機膜3aの屈折率は、例えば1.65、レジスト膜4aのそれは、例えば1.7であるため、そのハーフトーンパターン2b(2b1~2b3)を透過した露光光と、そのハーフトーンパターン2b(2b1~2b3)の無い開口部を透過した露光光との位相差はほぼ $3\pi$ となり、このレジストマスクを用いて露光を行うと位相シフト効果が得られる。

【0057】この場合は、ウェットエッチングで加工すべき吸光性有機膜3aの膜厚が薄くなるため、加工精度が向上するという特長があった。この吸光性有機膜3aの消衰係数は遮光性からくる必要膜厚とウェットエッチングの加工性の関係から0.2以上が必要であった。一般に位相シフトマスクでは位相差 $\pi$ のマスクが用いられることから位相差を $\pi$ とする構造としても良い。しかし、本発明者らの検討によれば、位相差が $\pi$ の構造で、例えば6%の透過率の位相シフトマスクを作製すると吸光性有機膜3aの膜厚が90nm程度、レジスト膜4aの膜厚が95nm程度となり、吸光性有機膜3aに対するレジスト膜4aの膜厚が薄くなり過ぎて現像液による吸光性有機膜3aの加工にレジスト膜4aがもたない場合があった。そこで、ここでは、その作製上の問題と、転写性能を種々検討した結果、波長 $\lambda$ の露光光に対する該レジスト膜4aの屈折率を $n_1$ 、該吸光性有機膜3aの屈折率を $n_2$ 、上記レジスト膜4aの膜厚を $d_1$ 、上記吸光性有機膜3aの膜厚を $d_2$ とすると、 $(n_1 - 1)d_1 + (n_2 - 1)d_2 / \lambda$ が $5/4$ 以上、 $7/4$ 以下(すなわち、上記位相差が $3\pi$ )、あるいは $9/$

4以上、 $11/4$ 以下（すなわち、上記位相差が $5\pi$ ）とすると上記のような不具合が生じる場合には特に好ましいことが分かった。

【0058】このような本実施の形態によれば、前記実施の形態1で得られた効果の他に、以下の効果を得ることが可能となる。

【0059】すなわち、露光処理に際してKrFエキシマレーザ光等のように波長が200nm以上の露光光を用いる場合でも、充分な解像性を持つハーフトーン型位相シフト・レジストマスクを得ることが可能となる。

【0060】（実施の形態3）本実施の形態においては、露光光をi線（波長365nm）とした場合のレジストマスクについて図4（a）～（c）および図5により説明する。なお、図4（a）～（c）は本実施の形態のレジストマスクの製造工程中におけるパターン転写領域における要部断面図である。

【0061】まず、図4（a）に示すように、マスク基板1（ブランク）上に、i線用の吸光性有機膜3aおよびノボラック樹脂等からなる感光性のレジスト膜4aを下層から順次塗布した。このi線用の吸光性有機膜3aは、例えばポリイミド系樹脂に吸光材を添加したものからなり、その材料自体は、例えば特開昭59-93448号公報に開示される一般的な材料である。一方、感光性のレジスト膜4aは、ノボラック樹脂に限定されるものでなく、例えばフェノール系樹脂を用いても良い。

【0062】続いて、図4（b）に示すように、そのレジスト膜4aに対して所望のパターンを波長365nmのレーザ光Lを用いて露光した。このとき、パターン露光用の光源にレーザ光Lを用いる場合、反射光やレジスト膜内の薄膜干渉の影響が問題となるが、本実施の形態では、レジスト膜4aの下に反射防止機能を有する吸光性有機膜3aが設けられているため、その反射光やレジスト膜4a内の薄膜干渉の影響を受けることなく精度の高い露光を行うことができた。また、描画にレーザ光Lを用いたため電子線を用いた際に問題となるチャージアップの問題は生じなかった。したがって、パターン転写精度を向上させることができた。

【0063】その後、図4（c）に示すように、TMAH水溶液にて現像を行いレジスト膜4aをパターンニングするとともに、吸光性有機膜3aをパターンニングすることにより、マスク基板1の第1主面上にハーフトーンパターン2bを形成した。ここで用いた吸光性有機膜3aの消衰係数は、i線に対し、例えば0.33のものをを用いたが、消衰係数は高いほど望ましい。これは光吸収を高めることができるため吸光性有機膜3aの膜厚を薄くできるからであり、吸光性有機膜3aの加工精度を向上させることができるからである。このi線用の吸光性有機膜3aの光吸収特性を図5に示す。波長365nmで高い消衰係数が得られていることが分かる。また、こ

こでは、吸光性有機膜3aの膜厚は、例えば0.2μm程度とした。レジスト膜4aには、例えばポジレジストを用いた。ここでレジスト膜4aとしては現像後の膜ベリがパターン寸法に依存し難いものを選ぶと位相変化が少なく、精度の高い転写を行うことが可能となる。レジスト膜4aの厚さは、例えば0.5μm程度とした。この条件でレジスト膜4aおよび吸光性有機膜3aを透過する露光光は、例えば4%になり、かつ吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜を透過した光と、その積層膜の無い開口部を透過した光の間には、例えば3πの位相差が生じ、透過率4%のi線用のハーフトーン型位相シフト・レジストマスクMR3が得られた。

【0064】ただし、ハーフトーン型位相シフトマスクに代えて上記バイナリマスクにする（すなわち、ハーフトーンパターンを上記遮光パターンに変える）には、吸光性有機膜3aを厚く（例えば0.4μm程度に）すれば良い。また、ここではi線用のレジストマスクを作製した場合について説明したが、同様の方法でg線（波長436nm）のレジストマスクを作製することも可能であり、i線と同様の効果を確認することができた。

【0065】このような本実施の形態によれば、前記実施の形態1、2と同様の効果を得ることが可能となる。

【0066】（実施の形態4）本実施の形態のレジストマスクの製造工程を図6（a）～（e）により説明する。なお、図6（a）～（e）は、レジストマスクの製造工程中におけるパターン転写領域の要部断面図である。

【0067】まず、図6（a）に示すように、マスク基板1上に吸光性有機膜3aを塗布し、ベークを行った。ここでは吸光性有機膜3aとして、例えば前記実施の形態1と同様、KrFエキシマレーザ光に強い吸収をもつポリイミド系の材料を用いた。ベーク後の吸光性有機膜3aの膜厚は、例えば0.3μm程度とした。ベーク温度は、例えば180度程度とした。ベーク温度はTMAHに対する溶解性を大きく左右するので精密に制御する必要がある。

【0068】続いて、吸光性有機膜3aの表面をTMAHに溶け難くする目的で、例えば窒素プラズマを照射した。プラズマのほか、例えばVUV光（波長157nm）等の紫外線を照射しても良い。これにより、吸光性有機膜3aの表面にTMAHに対する表面改質バリア層（以下、単にバリア層という）9を形成する。その後、図6（b）に示すように、電子線感応型のレジスト膜4aをバリア層9上に塗布した。電子線感応型のレジスト膜4aには、例えばノボラック樹脂をベースレジンとする酸触媒反応型化学増幅系ポジ型レジストを用いた。その後、図6（c）に示すように、導電性を有する導電膜5を塗布し、所望のパターンを電子線EBで描画した。導電膜5には水溶性の導電膜を用いた。前記実施の形態1と同様に、導電膜5により電子線描画時のチャージアッ

ブを防止でき、チャージアップによる描画位置ずれを防止することができた。

【0069】次いで、電子線感応型のレジスト膜4aをベークし、TMAH現像液を用いて現像して図6(d)に示すように、レジスト膜4aをパターンニングした。この際、本実施の形態においては、バリア層9があるために、微細なパターンにおいてもサイズの大きなパターンにおいても、一旦、TMAH水溶液によるエッチングがバリア層9で止まる。続いて、図6(e)に示すように、バリア層9をTMAH水溶液によりエッチングし、吸光性有機膜3aをパターンニングする。これは、レジスト膜4aの現像の進行がエリアの面積の違いにより変わる結果、吸光性有機膜3aのサイドエッチング量も変わる場合があるので、それを考慮したものである。すなわち、本実施の形態では、吸光性有機膜3aの上面にバリア層9を設けることにより、吸光性有機膜3aのエッチングの開始時点をマスク基板1の第1主面内においてほぼ同一に揃えることができるので、吸光性有機膜3aのエッチングの進行をマスク基板1の第1主面内においてほぼ均一にすることができる。これにより、吸光性有機膜3aのサイドエッチングSEの量をマスク基板1の第1主面内においてほぼ均一にすることが可能となる。

【0070】この現像処理に際してTMAHの濃度をレジスト膜4aの現像から吸光性有機膜3aの加工にかけて同濃度としても良いが、その濃度を変えても良い。これは、バリア層9の一部にバリア性の劣化した部分があると、そこから現像が速く進みパターン寸法精度が劣化するので、そのようなことのないようにしたものである。すなわち、現像液がバリア層9に達する時点でTMAHの濃度を下げるようにする。これにより、バリア層9の部分劣化に起因する不具合を回避でき、パターン寸法精度を向上させることができる。

【0071】このようにして吸光性有機膜3aを良好にパターンニングすることができ、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜からなる遮光パターン2aを有するレジストマスクMR4を作成する。なお、本実施の形態の方法は、前記実施の形態2、3でも適用できる。

【0072】本実施の形態によれば、前記実施の形態1～3で得られた効果の他に以下の効果を得ることが可能となる。

【0073】すなわち、バリア層9を設けたことにより、相対的に微細なパターンにおいても、相対的に大きなパターンにおいても吸光性有機膜3aの加工を均一にすることができ、レジスト膜4aのパターンに対する吸光性有機膜3aのサイドエッチング量をマスク基板1の第1主面内においてほぼ均一にすることが可能となる。

【0074】(実施の形態5) 本実施の形態では、以下の点を除き、前記実施の形態1に沿ってレジストマスクを作製した。異なる点は、マスク製造に際して用いたレジスト膜と現像工程である。レジスト膜4aとしては、

例えば $\alpha$ -メチルスチレン- $\alpha$ クロロアクリル酸メチルの共重合体を用いた。現像は、例えば3-ペンタノンとジエチルマロネートを50wt%ずつ混合した有機現像液を用いた。

【0075】本実施の形態のレジストマスクの具体的な製造工程は、例えば以下の通りである。まず、図7

(a)に示すように、マスク基板1の第1主面上に、吸光性有機膜3aを塗布し、ベークを行った後、図7

(b)に示すように、上記レジスト膜4aの塗布、ベーク後、チャージアップ防止用の水溶性の導電膜5を塗布し、電子線EBにより描画する。水洗により導電膜5を除去した後、図7(c)に示すように、有機現像を行ってレジスト膜4aのパターンを吸光性有機膜3a上に形成する。このようにすることにより現像では吸光性有機膜3aはエッチングされない。その後、TMAH水溶液を用いてレジスト膜4aのパターンをマスクにして吸光性有機膜3aをエッチングし、図7(d)に示すように、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜からなる遮光体パターン2aを有するレジストマスクMR5を作成した。なお、この方法は、前記実施の形態2、3にも適用できる。

【0076】本実施の形態においては、前記実施の形態1の場合に比較して工程が若干長くなるものの、レジスト膜4aの現像とは分離して吸光性有機膜3aを加工することができるため加工精度が上がるという優れた効果を得ることができた。特に、図7(d)に示すように、相対的に大きなパターンと相対的に微細なパターンまたは相対的に密なパターンと相対的に疎なパターンとが同一のマスク基板1上に混在する場合において、パターンの加工精度を向上させることができる。これは、前記実施の形態4で説明したように、相対的に大きなパターンと相対的に微細なパターン、相対的に密なパターンと相対的に疎なパターンが同一のマスク基板1上に混在する場合、その寸法や密度の違いにより吸光性有機膜3aが露出するまでのレジスト膜4aの現像時間が異なるため吸光性有機膜3aのサイドエッチング量が変わってしまいパターン寸法に変動が生じるが、本実施の形態では、レジスト膜4aを現像した後に、吸光性有機膜3aをパターンニングするので、吸光性有機膜3aをマスク基板1の主面内においてほぼ均一にエッチングすることができるからである。

【0077】(実施の形態6) 本実施の形態においては遮光パターンをドライエッチング法で形成する方法を図8(a)～(d)により説明する。なお、図8(a)～(d)は、レジストマスクの製造工程中におけるパターン転写領域の要部断面図である。

【0078】まず、図8(a)に示すように、マスク基板1の第1主面上に、吸光性有機膜3aを塗布し、ベークを行った後、その上に、電子線感応型のレジスト膜4aを塗布した。ここでは、吸光性有機膜3aとしてKr

Fエキシマレーザ光に対して強い吸収性を有するポリアニリン系の材料を用いた。この吸光性有機膜3aは、導電性を持つ材料である。この吸光性有機膜3aには、KrFエキシマレーザ光に対する吸光剤を添加しておいた。ベーク後の吸光性有機膜3aの膜厚は、例えば0.3 $\mu$ m程度とした。ベーク温度は、例えば250度とした。電子線感応型のレジスト膜には、例えばフェノール樹脂をベースレジンとする酸触媒反応型化学増幅系ポジ型レジストを用いた。ベース樹脂としては、例えばノボラック樹脂やアクリル樹脂を用いることもできる。

【0079】続いて、図8(b)に示すように、所望のパターンを電子線EBで描画した。本実施の形態では吸光性有機膜3aが導電膜でもあるため電子線描画時のチャージアップが防止され、チャージアップによる描画位置ずれを防止することができた。その後、電子線感応型のレジスト膜4aをベークし、TMAH現像液を用いて現像して図8(c)に示すように、レジスト膜4aのパターンを吸光性有機膜3a上に形成した。その後、図8(d)に示すように、レジスト膜4aのパターンをエッチングマスクとして、ドライエッチングにより吸光性有機膜3aをパターンニングした。これにより、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜からなる遮光パターン2を有するレジストマスクMR6を作成する。

【0080】このような本実施の形態によれば、前記実施の形態1～3で得られた効果の他に以下の効果を得ることができる。

【0081】すなわち、吸光性有機膜3aを異方性の高いドライエッチングを用いて形成することにより、吸光性有機膜3aをサイドエッチングなくほぼ垂直な形状で加工することができるので、寸法精度の高い遮光体パターン2を形成することが可能となった。変形例として、例えばシリコン(Si)等のような無機物が含有されたレジスト膜4aを用いれば、吸光性有機膜3aとのエッチングレート比をとることが可能となり、さらに遮光パターン2aの寸法精度を向上させることが可能となる。

【0082】(実施の形態7) 本実施の形態は、ハーフトーン型位相シフト・レジストマスクの変形例を説明するものである。図9(a)に、本実施の形態のハーフトーン型位相シフト・レジストマスクMR7のパターン転写領域の要部平面図を示し、(b)にX-X線の断面図を示す。なお、図9(a)の0、 $\pi$ (180度)、 $2\pi$ (360度)は、各エリアを透過した露光光の位相差を示している。また、パーセントは各エリアを透過した露光光の透過率を示している。

【0083】マスク基板1の第1主面上には、吸光性有機膜3aおよびレジスト膜4aの積層膜からなるハーフトーンパターン2bが形成されている。ここでは、現像時間を調整して吸光性有機膜3aのパターンの幅方向寸法を、レジスト膜4aのパターンの幅方向寸法に対し後退させ、レジスト膜4aのパターンの外周端に幅D1の

底を形成した。

【0084】また、露光光の波長を $\lambda$ 、レジスト膜4aの露光光に対する屈折率を $n$ としたとき、レジスト膜4aの膜厚D2を $\lambda/(2(n-1))$ とした。すなわち、レジスト膜4aの底領域を透過する露光光は、吸光性有機膜3aおよびレジスト膜4aの無い開口部を透過する露光光に対して位相が $\pi$ だけ反転するようになっている。また、レジスト膜4aの底領域を透過する露光光は、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの平面的な重なり領域(減光領域)を透過する露光光に対して位相が $\pi$ だけ反転するようになっている。

【0085】また、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの平面的な重なり領域を透過する露光光は、例えば1%程度である。レジスト膜4aの底領域を透過する露光光は、例えば80%程度である。さらに、吸光性有機膜3aおよびレジスト膜4aの無い開口部のマスク基板1を透過する露光光は、例えば100%である。

【0086】このハーフトーン型位相シフト・レジストマスクMR7を用いたときの露光コントラストを図10に示す。図10の寸法はハーフトーン型位相シフト・レジストマスクMR7上の寸法で、露光装置のレンズの縮小率をMとすると、ウエハ上の寸法は $1/M$ になる。ここでは上記レンズの縮小率が $1/5$ のステッパを使用したので、例えばこの図10の0.1 $\mu$ mは露光されるウエハ上では0.02 $\mu$ mを意味する。ハーフトーン型位相シフト・レジストマスクMR7上の底量が0.05 $\mu$ mから0.15 $\mu$ mの範囲で底のない場合に比べて露光コントラストが向上した。リム型ハーフトーンの効果が出たためである。露光転写の解像性を種々検討した結果、レジスト膜4aの厚さdは $\lambda/(4(n-1))$ 以上、 $3\lambda/(4(n-1))$ 以下(すなわち、上記露光光の位相差が $\pi$ )でコントラストの向上が認められた。

【0087】このように、本実施の形態によれば、前記実施の形態1～3で得られた効果の他に、以下の効果を得ることが可能となる。

【0088】すなわち、レジスト膜4aの底領域を透過した露光光の位相を、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの平面的な重なり領域を透過した露光光および吸光性有機膜3aおよびレジスト膜4aの無い開口部を透過した露光光の位相に対して180度反転させるようにしたことにより、吸光性有機膜3aの側面が多少サイドエッチングされたとしても、位相反転の効果によりパターン輪郭領域のコントラストを向上させることができるので、転写パターンの横方向寸法の変動を抑えることができる。したがって、転写パターンの寸法精度を向上させることが可能となる。

【0089】(実施の形態8) 本実施の形態においては、レジストマスクの全体構造の変形例を説明する。図11に本実施の形態で作製したレジストマスクMR8の一例を示す。図11(a)はレジストマスクMR8の全

体平面図を示し、(b)はレジストマスクMR8を露光装置に載置した際の(a)のX-X線の断面図を示している。

【0090】ここでは、マスク基板1の第1主面の周辺領域が、例えばクロム(Cr)等のような金属膜からなる遮光パターン10aでほぼ全体的に覆われている。ただし、遮光パターン10aはクロムに限定されるものではなく種々変更可能であり、例えばタングステン、モリブデン、タンタルまたはチタン等のような高融点金属、窒化タングステン等のような窒化物、タングステンシリサイド(WSi<sub>x</sub>)やモリブデンシリサイド(MoS<sub>x</sub>)等のような高融点金属シリサイド(化合物)、あるいはこれらの積層膜を用いても良い。

【0091】本実施の形態のレジストマスクMR8の場合は、有機材料からなる遮光パターン2aを除去した後、そのマスク基板1を洗浄し再度使用する場合があるので、遮光パターン10aには耐剥離性や耐摩耗性に富む材料が好ましい。タングステン等の高融点金属は、耐酸化性および耐摩耗性に富み、耐剥離性に富むので、遮光パターン10aの材料として好ましい。

【0092】遮光パターン10aの一部が除去されて形成された光透過パターン6aは、前記実施の形態1と同様にウエハ上における異層間で合わせを行うとき使用するウエハ合わせマークである。また、遮光パターン10aの一部が除去されて形成された光透過パターン6bは、レジストマスクMR8の正確な位置を把握するためのレチクルアライメントマークである。マスク基板1の角部近傍において遮光パターン10aの一部が平面十字状に除去されて形成された光透過パターン6cは、ウエハ合わせマーク用の光透過パターン6aやレチクルアライメントマーク用の光透過パターン6b等と、集積回路パターン転写用の遮光パターン2aとの描画位置調整を行うための描画用合わせマークである。ペリクル7は、そのフレーム部7bの接着面が遮光パターン10aに直接接した状態で接合されている。レジストマスクMR8において、ペリクル7のフレーム部7b、レチクルステージ8aおよびレチクル搬送系と接触する部分には吸光性有機膜3aおよびレジスト膜4aを形成しない。前記したように、その接触面に吸光性有機膜3aおよびレジスト膜4aが形成されていると、接触時に剥離し異物欠陥となるので、それを防止するためである。

【0093】一部の露光装置では、ハロゲンランプや赤色ダイオード、赤色半導体レーザ、あるいはヘリウム

(He)-ネオン(Ne)レーザ光を用いてレチクルアライメントマーク等の各種マークを検出している。吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜からなる露光用遮光体では、これら長波長の光に対しては十分な遮光性が得られずレチクルアライメントマーク等のような各種マークを十分なコントラストで検出することが困難となる場合がある。そこで、本実施の形態では、これら

のマークを金属からなる遮光パターン10aの一部を除去することで形成した。この場合、上記のような長波長の光に対しても十分な遮光性を得ることができるので、レチクルアライメントマーク等の各種マークの検出コントラストも十分なものとなった。

【0094】次に、本実施の形態のレジストマスクMR8の製造工程を図11および図12(a)~(d)により説明する。なお、図12(a)~(d)は、レジストマスクMR8の製造工程中における断面図である。

【0095】まず、図12(a)に示すように、マスク基板1の第1主面上に、例えばクロム(Cr)等からなる金属膜をスパッタリング法等によって堆積した後、これをエッチング法によってパターンニングすることにより、例えば平面枠状の遮光パターン10aおよびその一部を除去することで形成された光透過パターン6a~6cを形成する(なお、この図12(a)中には光透過パターン6cは図示されていない)。

【0096】続いて、図12(b)に示すように、前記実施の形態1の場合と同様に、マスク基板1の第1主面上に吸光性有機膜3aを塗布し、ベークを行った後、その上に電子線感応型のレジスト膜4aを塗布した。ベークを行った後、導電性を有する導電膜5を塗布した。

【0097】その後、図12(c)に示すように、所望の回路パターンを電子線EBで描画した。この際、描画用合わせマークである光透過パターン6c(図11参照)の位置を参照し、位置補正を行って描画した。この描画用合わせマークがないと回路パターンとレチクルアライメントマーク(光透過パターン6b)およびウエハ合わせマーク(光透過パターン6a)の間で位置ずれが発生するため、この描画用合わせマーク位置検出は重要である。

【0098】次いで、電子線感応型のレジスト膜4aをベークし、TMAH現像液を用いて現像して、図12

(d)に示すように、レジスト膜4aをパターンニングした。この現像の際、吸光性有機膜3aも加工され、吸光性有機膜3aのパターンを形成する。これにより、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとの積層膜からなる遮光パターン2aを有するレジストマスクMR8を作成する。なお、ここではウエハ合わせマーク(光透過パターン6a)は、金属膜からなる遮光パターン10aの一部を除去することで形成したが、吸光性有機膜3aとレジスト膜4aとからなる遮光体パターンで形成してもよい。

【0099】このような本実施の形態によれば、前記実施の形態1~3で得られた効果の他に以下の効果得ることが可能となる。

【0100】すなわち、金属膜からなる遮光パターン10aの一部を除去することでレチクルアライメントマークを形成したことにより、例えばハロゲンランプや赤色ダイオード、赤色半導体レーザ、あるいはHe-Neレ

一ザ光を用いてレチクルアライメントマークを行う露光装置においても、レジストマスクMR 8の位置検出を良好に行うことが可能となる。

【0101】（実施の形態9）本実施の形態においては、レジストマスクのパターン転写領域に金属からなる遮光パターンと有機膜からなる遮光パターンとの両方が配置されている場合について説明する。なお、パターン転写領域の一部に有機膜からなる遮光パターンが配置されたマスク技術については、特願2000-206729号（平成12年7月7日出願）に記載されている。

【0102】図13（a）は、本実施の形態のレジストマスクMR 9の全体平面図であり、（b）はそのX-X線の断面図である。マスク基板1の第1主面のパターン転写領域PAには、集積回路用の遮光パターン2a、10bが形成されている。遮光パターン10bは、遮光パターン10aと同様の金属膜で形成されている。この遮光パターン10bは、前記実施の形態8で説明した遮光パターン10aのパターニング工程時に同時に形成されている。金属膜からなる遮光パターン10bは、汎用に使えるパターンあるいは修正の少ない個所の回路パターンとし、有機物からなる遮光パターン2aはオプションで使い分けるパターンあるいは修正の多い回路パターンとした。なお、2層有機膜からなる遮光パターン2aは、上記金属膜の遮光パターン10a、10bの形成工程後に形成されたものである。

【0103】このようにして作成したレジストマスクMR 9を転写露光に用いた後、前記実施の形態1で述べた方法で有機膜からなる遮光パターン2aを除去し、再度所望の有機膜からなる遮光体パターン2aを形成した。このような再生処理に際して、金属膜からなる遮光パターン10bはそのまま流用できるため作製工程数も、描画時間も大幅に削減することができた。なお、金属膜からなる遮光体パターン10bと、有機膜からなるパターン2aとの接続部11は描画時の合わせずれを考慮して正確に重なり合うように他の部分よりも相対的に大きなパターンにし、また重なり代を考慮したレイアウトとすることが好ましい。

【0104】本実施の形態によれば、前記実施の形態1～3、8で得られた効果の他に、以下の効果を得ることが可能となる。

- (1). パターン転写用の遮光パターンを金属膜と有機膜との両方で形成したことにより、再生処理に際して再度遮光パターンを形成するための作成工程数および描画時間等を大幅に削減できるので、レジストマスクMR 9の再作成期間を短縮できる。したがって、これを用いてパターンを転写する製品の製造時間をさらに短縮できる。
- (2). パターン転写用の遮光パターンを金属膜と有機膜との両方で形成したことにより、耐久性と短納期との両方を兼ね備えたレジストマスクMR 9を提供することが可能となる。

【0105】以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0106】例えば前記実施の形態1～9においては、遮光パターンを吸光性有機膜とレジスト膜との積層構造とした場合について説明したが、これに限定されるものではなく、例えば吸光性有機膜の単層膜としても良い。すなわち、レジスト膜をマスクとして吸光性有機膜をパターニングした後に、そのレジスト膜を除去してしまっても良い。

【0107】また、前記実施の形態1～9では、露光処理に際して通常照明を用いる場合について説明したが、これに限定されるものではなく、例えば前記変形照明を用いても良い。

【0108】また、前記実施の形態1～9では、露光処理に際してステッパを用いる場合について説明したが、これに限定されるものではなく、例えば前記スキヤナを用いたスキヤニング露光方法を採用しても良い。

【0109】以上の説明では主として本発明者によってなされた発明をその背景となった利用分野である、集積回路パターンをウエハ上に転写する方法に適用した場合について説明したが、これに限定されるものではなく、例えば所定のパターンをマスクを用いた露光処理によって転写することが必要なディスクの製造方法、液晶ディスプレイの製造方法またはマイクロマシンの製造方法にも適用できる。

#### 【0110】

【発明の効果】本願によって開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下の通りである。

【0111】すなわち、本発明によれば、マスク基板上に、露光光に対して減光性または遮光性を有する第1有機膜と、感光性を有する第2有機膜との積層膜からなる減光パターンまたは遮光パターンを形成することにより、波長200nm以上の露光光を用いる場合でも十分な解像性を持つレジストマスクを得ることが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態であるフォトマスクの要部断面図である。

【図2】（a）～（c）は図1のフォトマスクの製造工程中における要部断面図である。

【図3】（a）は本発明の一実施の形態であるフォトマスクの具体的な例を示す全体平面図、（b）はそのフォトマスクを露光装置に載置した際の（a）のX-X線の断面図である。

【図4】（a）～（c）は本発明の他の実施の形態であるフォトマスクの製造工程中における要部断面図である。

【図5】図4のフォトマスクの有機膜からなる遮光パターンの光吸収特性を示すグラフ図である。

【図6】(a)～(e)は、本発明の他の実施の形態であるフォトマスクの製造工程中におけるパターン転写領域の要部断面図である。

【図7】(a)～(d)は、本発明の他の実施の形態であるフォトマスクの製造工程中におけるパターン転写領域の要部断面図である。

【図8】(a)～(d)は、本発明の他の実施の形態であるフォトマスクの製造工程中におけるパターン転写領域の要部断面図である。

【図9】(a)は本発明の他の実施の形態であるフォトマスクのパターン転写領域の要部平面図、(b)は(a)のX-X線の断面図である。

【図10】図9のフォトマスクを用いた場合の露光コントラストを示すグラフ図である。

【図11】(a)は本発明のさらに他の実施の形態であるフォトマスクの具体的な例を示す全体平面図、(b)はそのフォトマスクを露光装置に載置した際の(a)のX-X線の断面図である。

【図12】(a)～(d)は図11のフォトマスクの製造工程中における断面図である。

【図13】(a)は本発明の他の実施の形態であるフォトマスクの具体的な例を示す全体平面図、(b)はそのX-X線の断面図である。

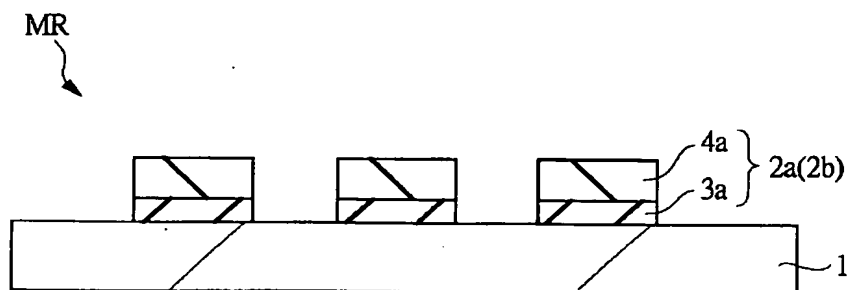
【図14】本発明者らが検討したレジスト膜単体の光吸収特性を示すグラフ図である。

【符号の説明】

- 1 マスク基板
- 2a, 2a1, 2a2, 2a3 遮光パターン
- 2b, 2b1, 2b2, 2b3 ハーフトーンパターン
- 3a 吸光性有機膜(第1有機膜)
- 4a レジスト膜(第2有機膜)
- 5 導電膜
- 6a～6c 光透過パターン
- 7 ペリクル
- 7a ペリクル膜
- 7b フレーム部
- 8a レチクルステージ
- 8b 真空吸引管
- 9 表面改質バリア層
- 10a, 10b 遮光パターン
- 11 接続部
- PA パターン転写領域
- MR, MR1, MR4, MR5, MR6, MR8, MR9 レジストマスク
- MR3, MR7 ハーフトーン型位相シフト・レジストマスク
- SE サイドエッチング

【図1】

図 1



MR：レジストマスク

1：マスク基板

2a：遮光パターン

2b：ハーフトーンパターン（減光パターン）

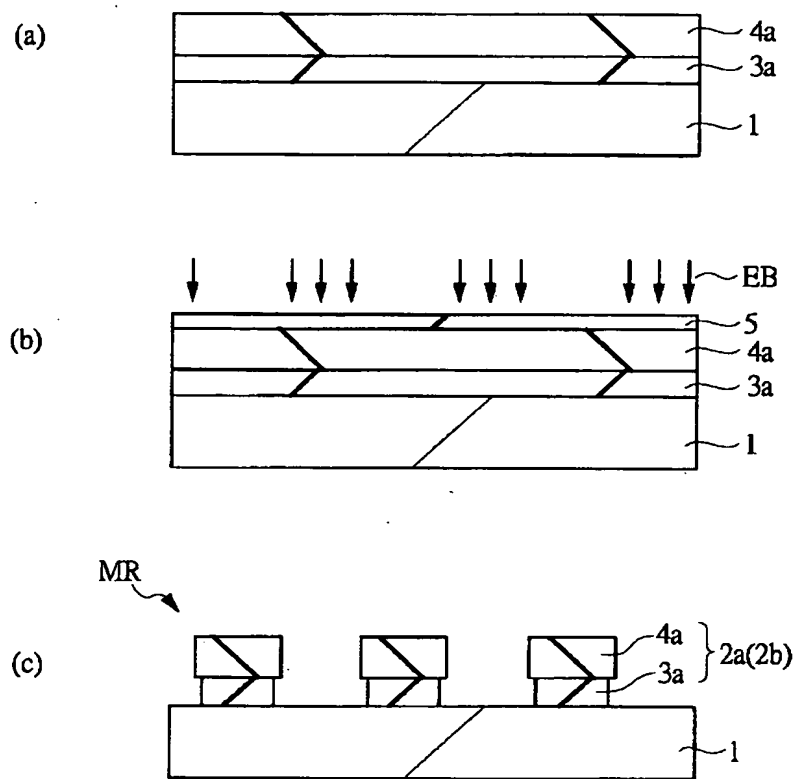
3a：吸光性有機膜（第1有機膜）

4a：レジスト膜（第2有機膜）



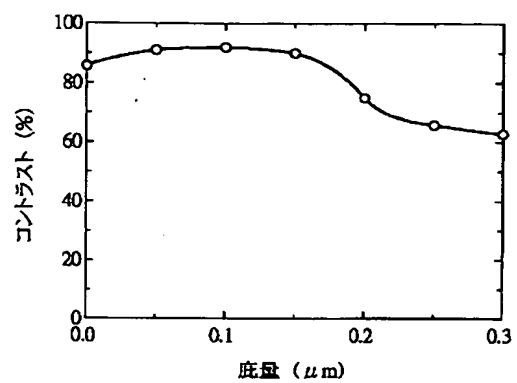
【図2】

図 2



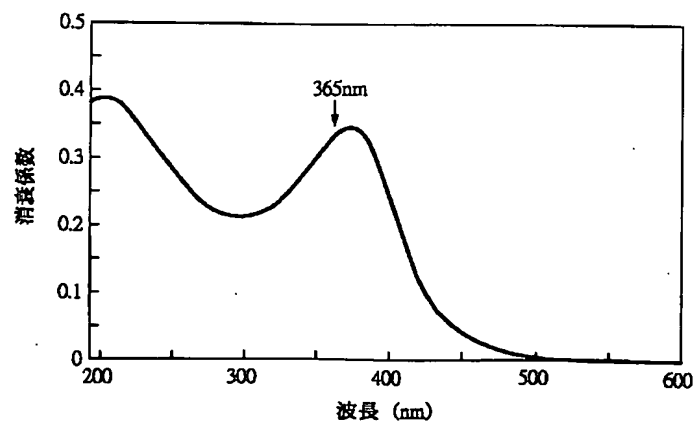
【図10】

図 10



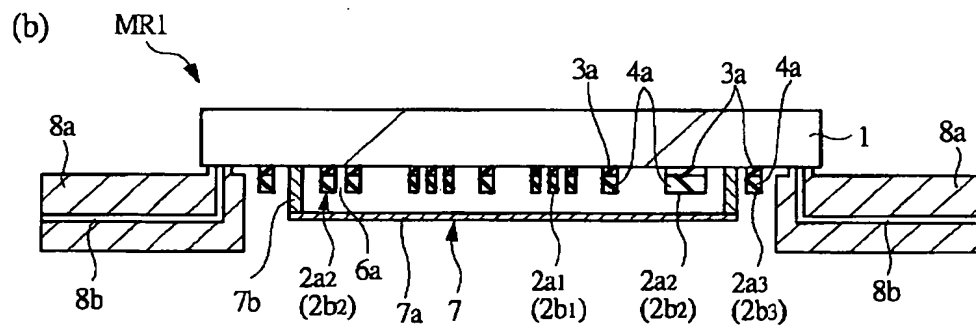
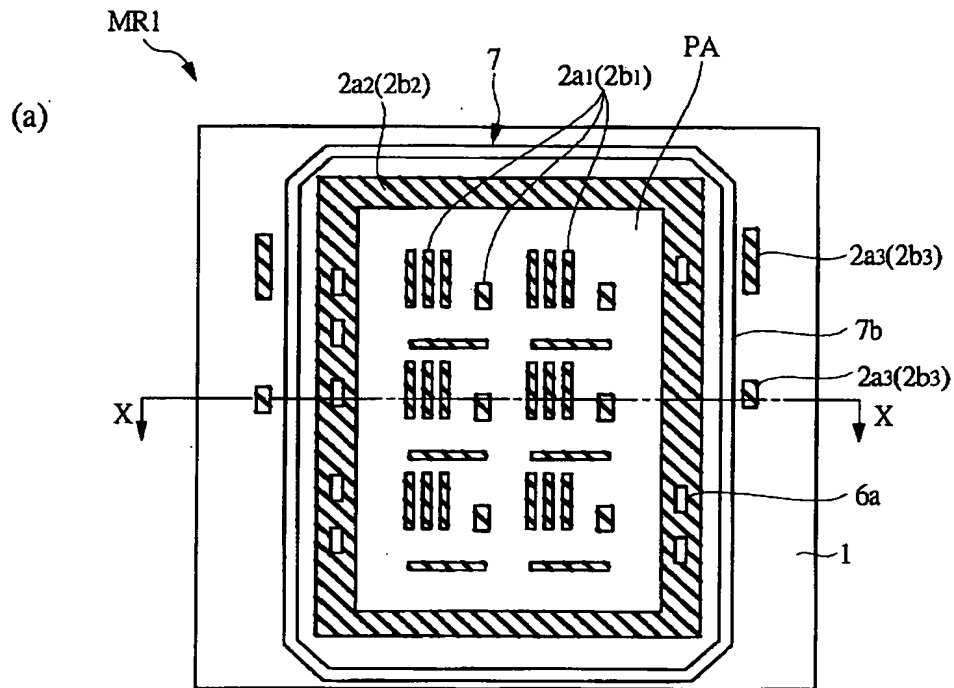
【図5】

図 5

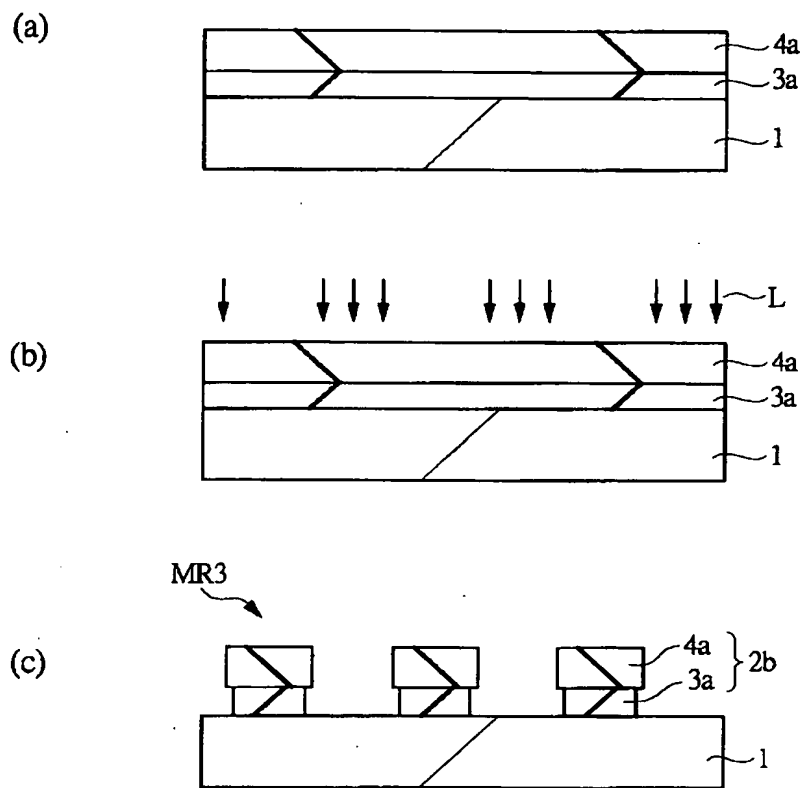


【図 3】

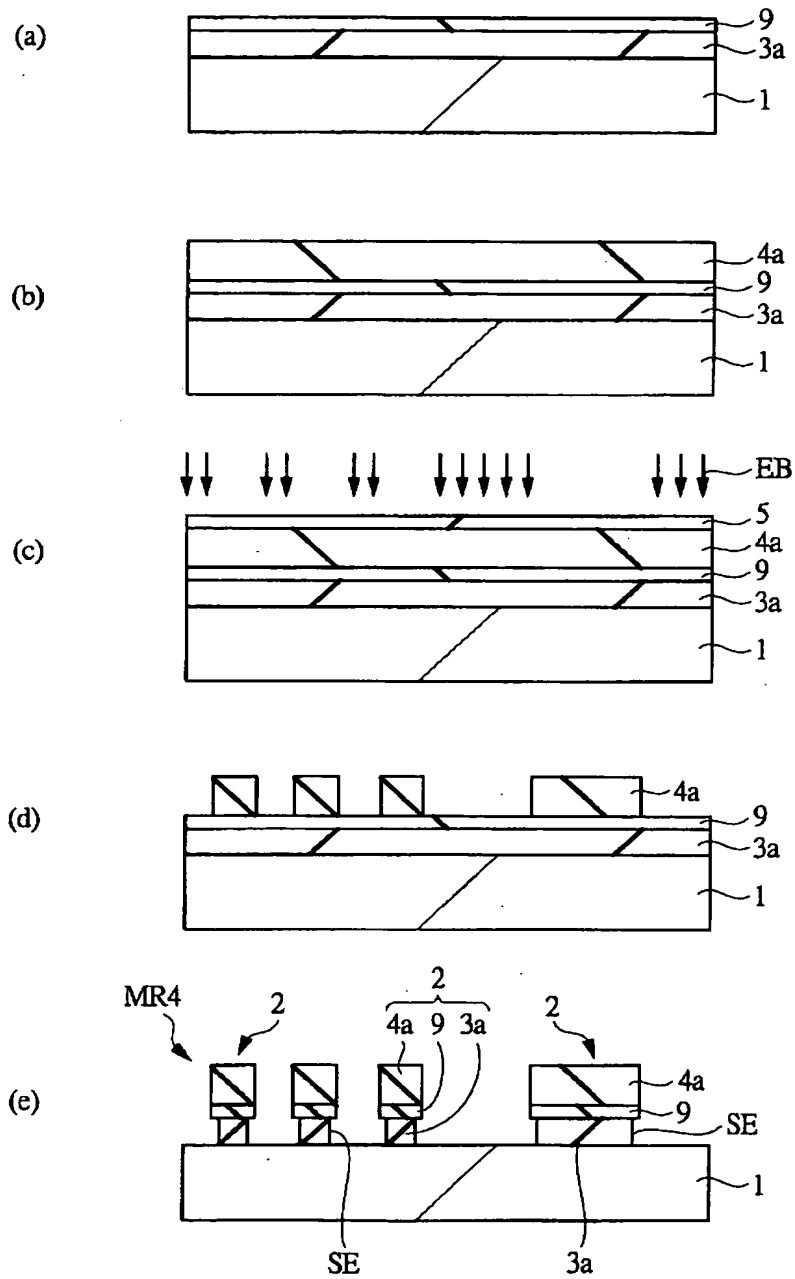
Figure 3 shows a schematic of a device 3. Part (a) is a top view showing a rectangular structure with a central array of elements. Labels include MR1, 2a2(2b2), 7, 2a1(2b1), PA, 2a3(2b3), 7b, 2a3(2b3), 6a, 1, and X. Part (b) is a cross-sectional view showing the device 3 mounted on a substrate 8a/8b. Labels include MR1, 8a, 8b, 7b, 2a2(2b2), 6a, 7a, 7, 2a1(2b1), 2a2(2b2), 2a3(2b3), 3a, 4a, and 1.




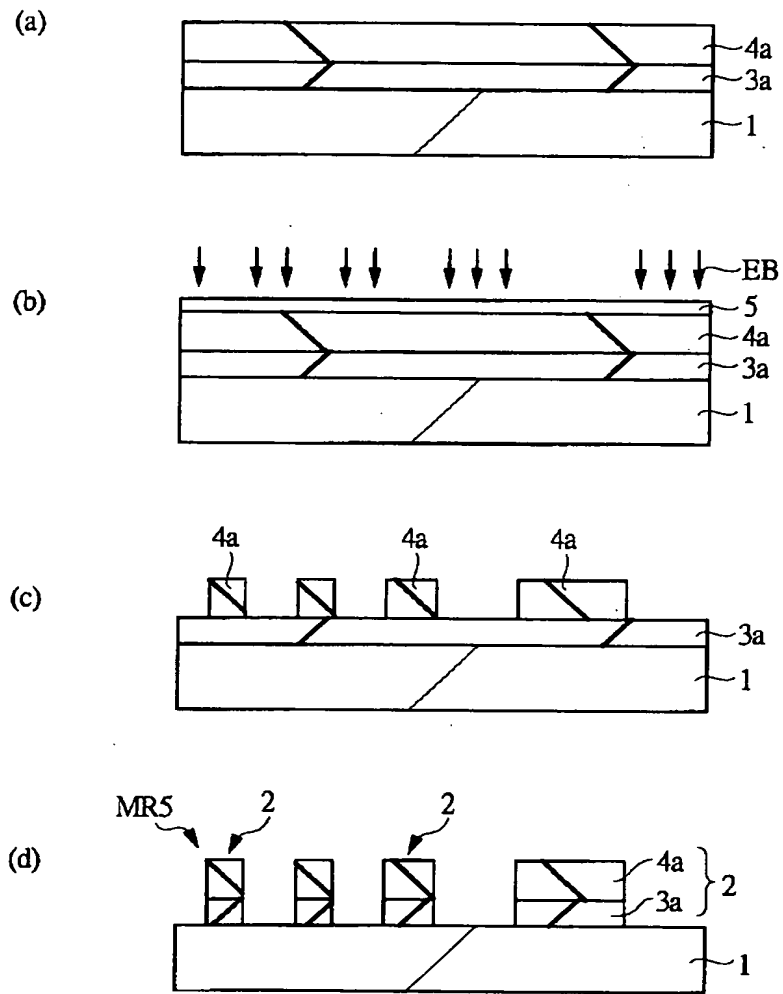
【図4】

 4

【図6】

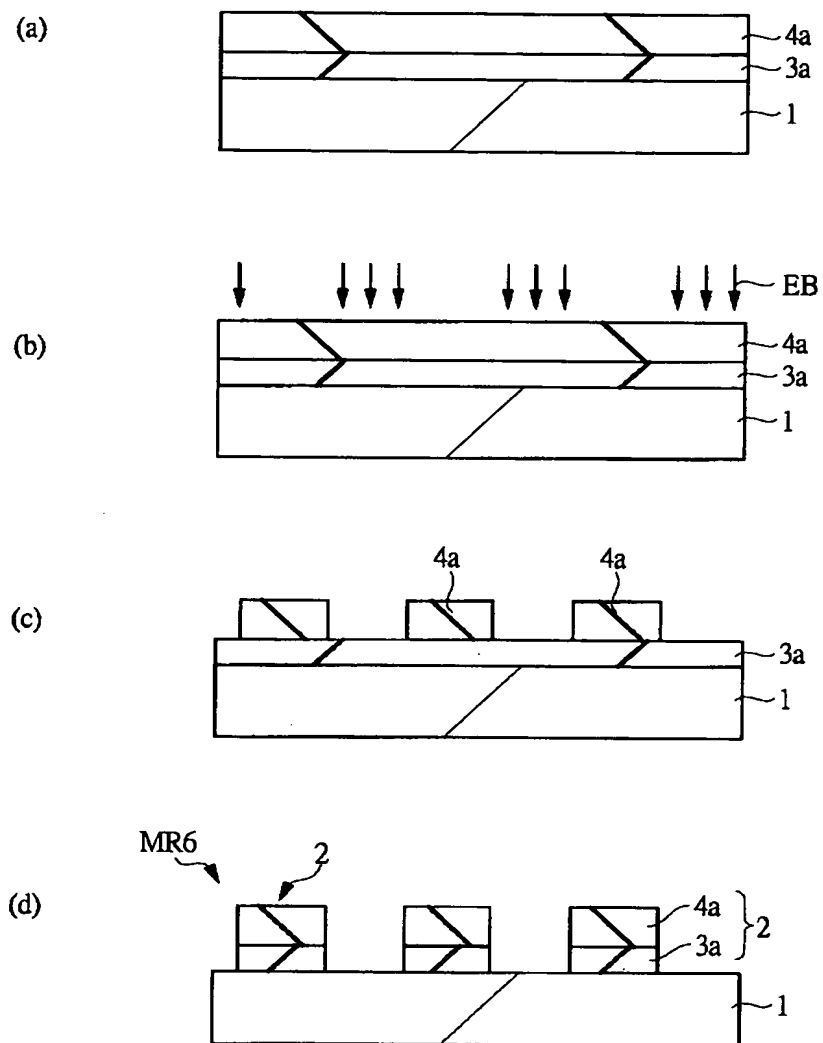
 6


【図 7】

 7


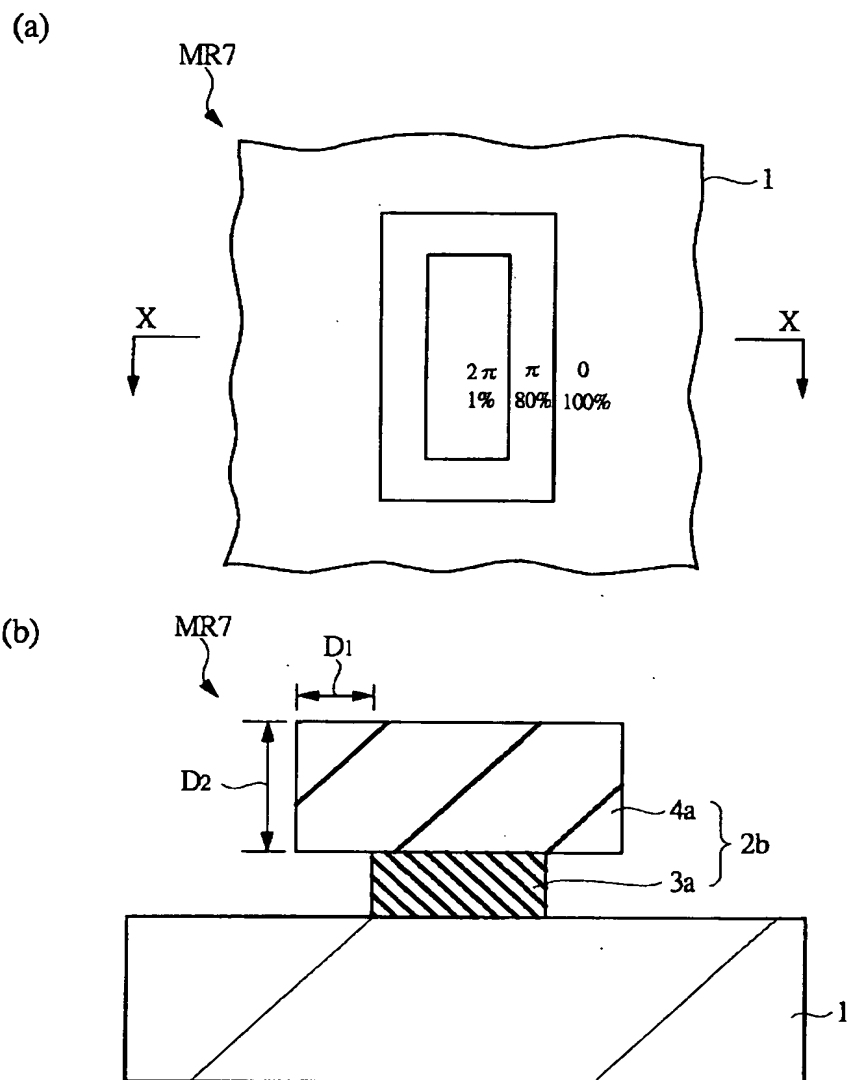
【図8】

図 8



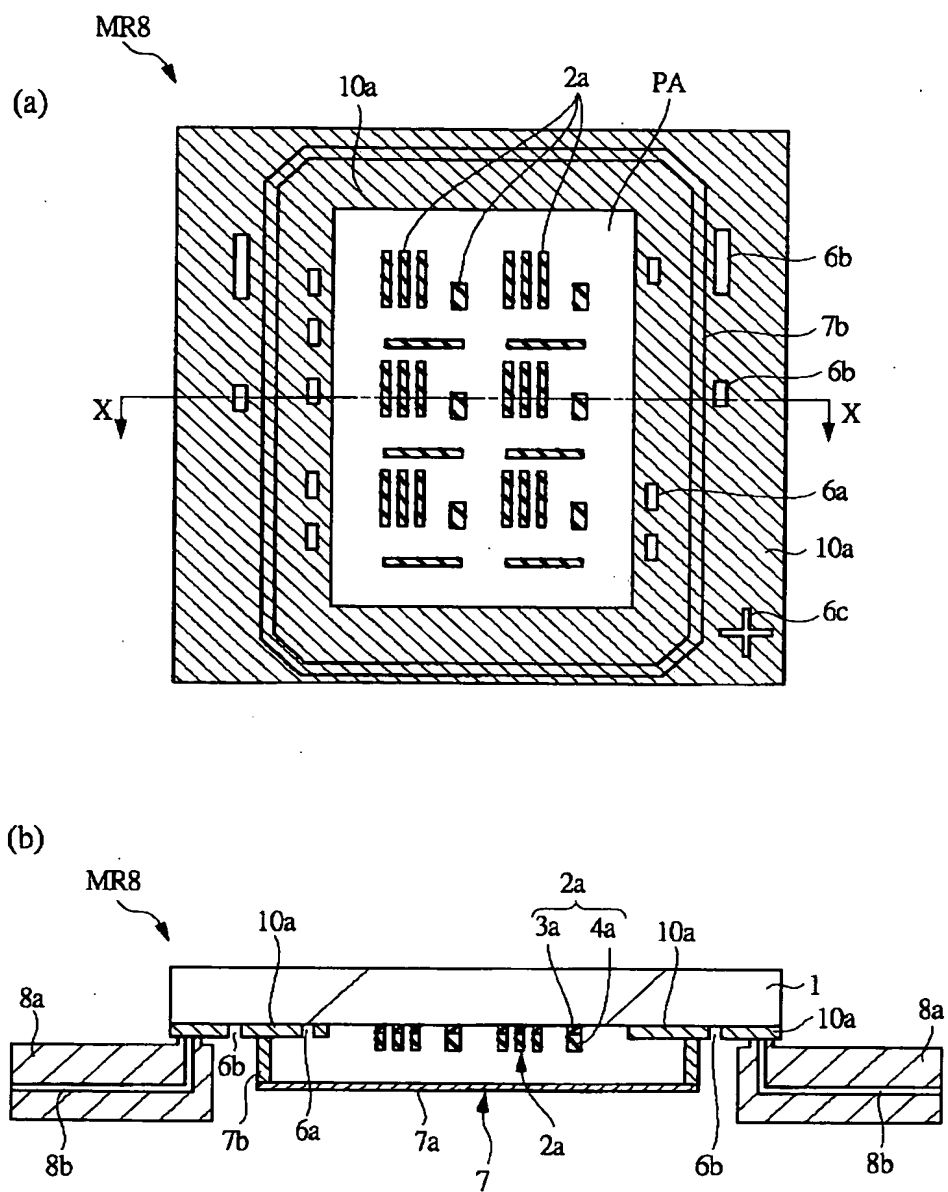
【図 9】

図 9



【図11】

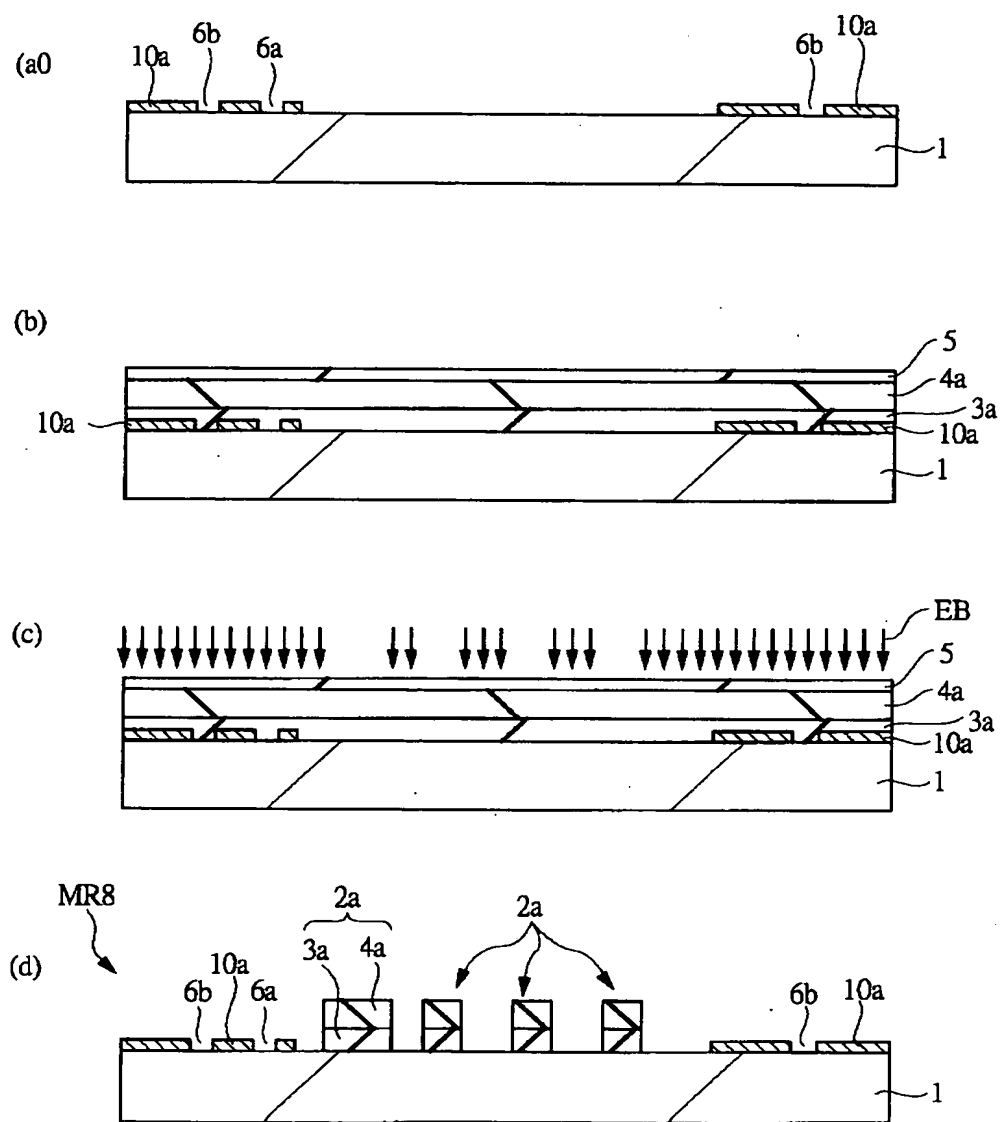
図 11





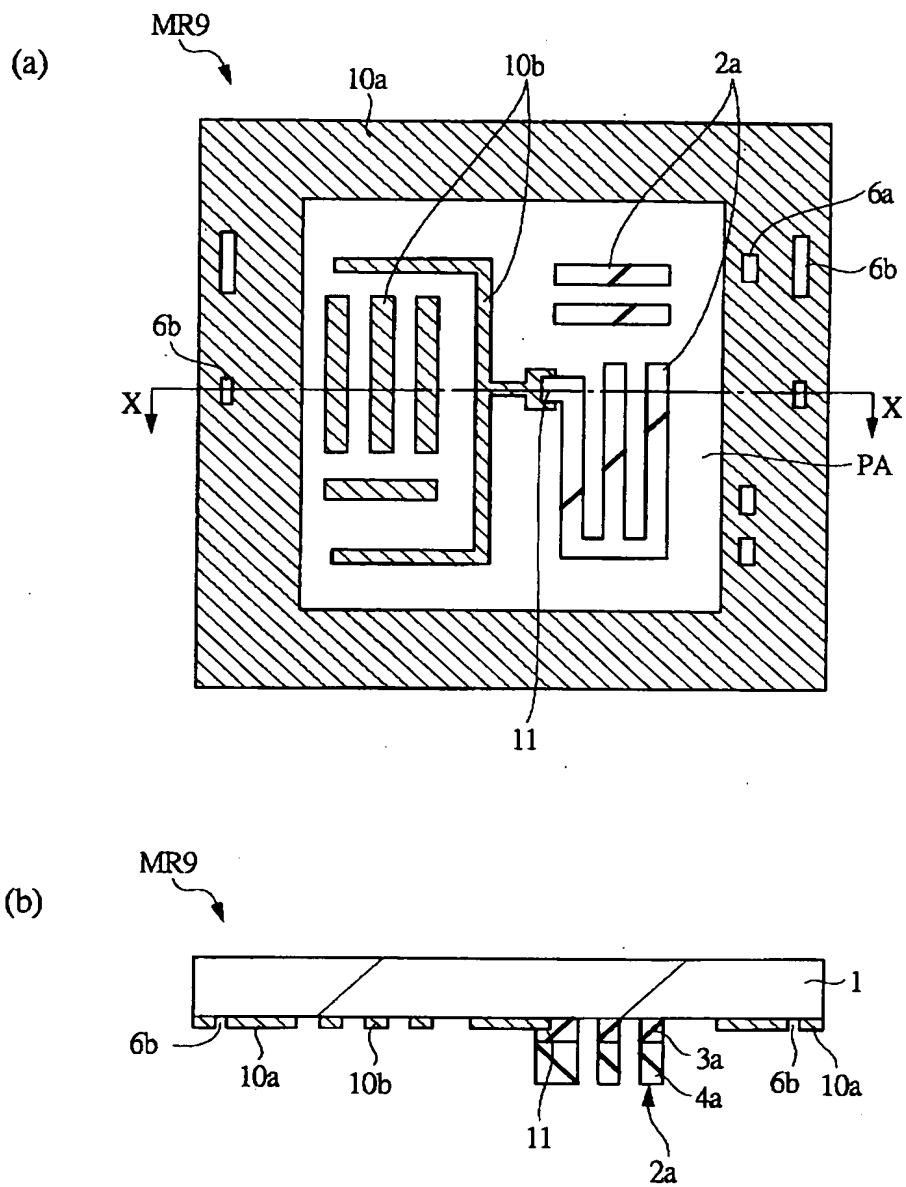
【図 12】

図 12



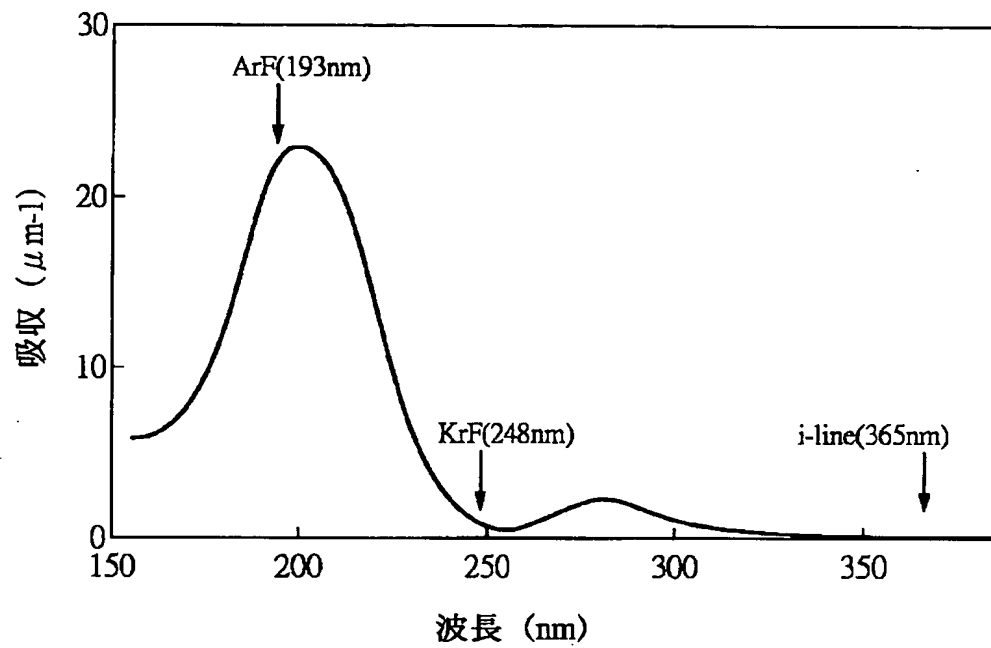
【図 13】

図 13



【図14】

図 14



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H01L 21/027

識別記号

F I

H01L 21/30

テーマコード (参考)

502P